



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

SIFAT FISIKA ULTISOL LIMAU MANIS TIGA TAHUN SETELAH PEMBERIAN BEBERAPA JENIS PUPUK HIJAU

SKRIPSI



RICE AGMI NALDO
04113046

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011

**SIFAT FISIKA ULTISOL LIMAU MANIS
TIGA TAHUN SETELAH PEMBERIAN BEBERAPA JENIS
PUPUK HIJAU**

Oleh:

**RICE AGMI NALDO
04113046**

SKRIPSI

**SEBAGAI SALAH SATU SYARAT
UNTUK MEMPEROLEH GELAR
SARJANA PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

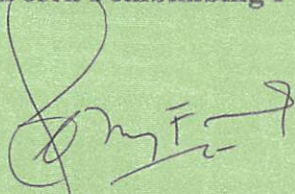
**SIFAT FISIKA ULTISOL LIMAU MANIS
TIGA TAHUN SETELAH PEMBERIAN BEBERAPA JENIS
PUPUK HIJAU**

OLEH

**RICE AGMI NALDO
04113046**

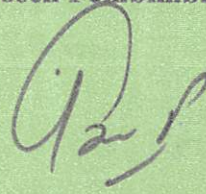
MENYETUJUI :

Dosen Pembimbing I



**(Dr. Ir. Yulnafatmawita, MSc)
NIP. 196007081986032001**

Dosen Pembimbing II



**(Prof. Dr. Ir. Azwar Rasyidin, MSc)
NIP. 195608231984031001**

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**




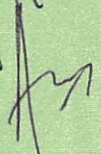

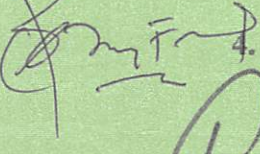
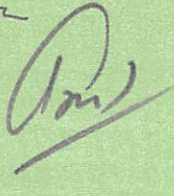
**(Prof. Ir. H. Ardi, MSc)
NIP. 195312161980031004**

**Ketua Jurusan Tanah
Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**



**(Dr. Ir. Darmawan, MSc)
NIP. 196609011992031003**

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, pada tanggal 27 Juli 2011

No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Dr. Ir. Adrinal, MSc	1. 	Ketua
2.	Dr. Ir. Asmar, MS	2. 	Sekretaris
3.	Dr. Ir. Aprisal, M.Sc	3. 	Anggota
4.	Dr. Ir. Yulnafatmawita, MSc	4. 	Anggota
5.	Prof. Dr. Ir. Azwar Rasyidin, MSc	5. 	Anggota



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Allah memberikan hikmah ilmu yang berguna
Kepada siapa yang dikehendaki-Nya
Barang siapa yang mendapatkan hikmah-Mu
Sesungguhnya ia telah mendapatkan kebijakan yang banyak
Dan tidak ada yang dapat mengambil pelajaran
Kecuali orang-orang yang berakal
(QS : Albaqarah : 269)

Aku percaya bahwa sehelai rumput
mempunyai perjalanan hidup yang
sama maknanya dengan bintang-
bintang di langit.....

Alhamdulillah....

Thanks god !! selesai juga kuliahku !!

*Ini bukti baktiku 4 my dad and my mom yang saaangat kucintai,
my brother (Revi and Randa) my sister (Elok Rita, Ayu and Risa),
uncle, aunt, special buat my grand ma and grand pa (baik yang ada
maupun yang udah di nirwana)*

*Banyak^{xx} makasih buat Ibuk Ita and Pak Azwar (your incomparable
service), Ibuk2 dan bapak2 dosen serta karyawan jurusan tanah...*

*For t'some one who become my future...
don't let I await you too old.....*

My best friend soil '04, serta tmn2 dan junior jurusan tanah...

Thanks to ALL.....

BIODATA

Penulis dilahirkan di Nanggalo pada tanggal 23 Mei 1985 sebagai anak kedua dari enam bersaudara, dari pasangan Abu Basri dan Jusjuita. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di Sekolah Dasar Negeri 04 Nanggalo (1992 – 1998), Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan. Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) ditempuh di SLTPN 01 Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan, lulus tahun 2001. Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA) ditempuh di SMAN 1 Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan, lulus pada tahun 2004. Pada tahun 2004 penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian.

Padang, 27 Juli 2011

Rice Agmi Naldo

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis sampaikan kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulisan skripsi penelitian ini dapat diselesaikan. Salawat beserta salam tak lupa penulis sampaikan buat nabi besar Muhammad SAW yang telah menegakkan dan memperjuangkan islam sebagai agama keselamatan bagi seluruh umat manusia. skripsi ini berjudul ***“Sifat Fisika Ultisol Limau Manis, Tiga Tahun Setelah pemberian Beberapa Jenis Pupuk Hijau”***. disusun sebagai hasil penelitian yang menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang setulusnya kepada Ibu Dr.Ir. Yulnafatmawita. MSc dan Bapak Prof. Dr. Ir. Azwar Rasyidin, MSc selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi petunjuk, saran serta bimbingan selama masa studi dan penulisan skripsi ini.

Akhirnya penulis mengharapkan saran dan kritikan dari pembaca dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya bagi pengembangan ilmu pertanian.

Padang, 28 Juli 2011

R A N

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Sifat-Sifat Fisika Tanah	3
2.2. Karakteristik Ultisol	7
2.3. Peran Bahan Organik Terhadap Kesuburan Fisik Tanah	7
24. Titonia dan Gamal sebagai Bahan Pembenah Tanah	10
III. BAHAN DAN METODA.....	13
3.1. Waktu dan Tempat.....	13
3.2. Bahan dan Alat.....	13
3.3. Metoda Penelitian.....	13
3.4. Pelaksanaan Penelitian	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1. Kondisi lokasi penelitian	15
4.2. Karakteristik Beberapa Sifat Fisika Tanah	15
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
5.1. Kesimpulan	24
5.2. Saran	24
RINGKASAN	25
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Pengaruh utama bahan perbanyakan dan periode pangkas terhadap bobot segar titonia.....	12
2. Produksi gamal pada luas areal tertentu.....	13

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Kandungan bahan organik tanah setelah tiga tahun	16
2. Berat volume tanah pada tahun ketiga	18
3. Indeks stabilitas agregat tanah pada tahun ketiga.....	19
4. Total ruang pori tanah pada tahun ketiga	20
5. Permeabilitas tanah pada tahun ketiga	22
6. Konsistensi tanah pada tahun ketiga	23

DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal Kegiatan Penelitian (2011).....	30
2. Bahan dan Alat yang Digunakan Selama Penelitian	30
3. Prosedur Pengambilan Sampel Tanah.....	32
4. Prosedur Analisis Tanah (LPT, 1979).....	33
5. Kriteria Sifat Fisika Tanah	39
6. Peta Topografi Lokasi Penelitian dan Daerah Sekitarnya	41
7. Denah Penempatan Satuan Percobaan di Lapangan.....	42
8. Hasil Analisis Tanah Setelah Tanam Pertama Dan Kedua.....	44
9. Analisis Statistik	45

SIFAT FISIKA ULTISOL LIMAU MANIS TIGA TAHUN SETELAH PEMBERIAN BEBERAPA JENIS PUPUK HIJAU

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan untuk melihat efek sisa pemberian dua jenis pupuk hijau pada posisi lereng berbeda. Rancangan percobaan yang dipakai adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan sehingga seluruhnya menjadi 27 satuan percobaan merujuk rancangan percobaan yang dipakai peneliti pada tanam pertama dan kedua. Pupuk hijau yang diberikan pada tanam pertama dan kedua yaitu titonia (*Tithonia diversifolia*) dan gamal (*Grilicidia sepium*) sebanyak 20 ton berat kering/ha. Pada tahun ketiga, setelah diberakan selama 1 tahun masih terdeteksi adanya efek sisa pemberian pupuk hijau terhadap kandungan bahan organik dan stabilitas agregat Ultisol. Kandungan bahan organik tanah dari plot yang diberi titonia pada kemiringan lahan 12% yaitu sebesar 8,44% dan stabilitas agregat tanah sebesar 74,80. Plot yang diberi gamal memiliki kandungan bahan organik tanah sebesar 8,39% pada kemiringan lahan 25% dan stabilitas agregat sebesar 75,49.

PHYSICAL PROPERTIES OF ULTISOL LIMAU MANIS THREE YEARS AFTER APPLICATION OF SEVERAL TYPES OF GREEN MANURE

ABSTRACT

This study was conducted to study the residual effects of two types of green manure on different slope positions. Experimental design used was Randomized Block Design (RBD) with 9 treatments and 3 replications so that the total was 27 experimental plots (based on the previous research design). Green manures given on the first and the second planting season were titonia (*Tithonia diversifolia*) and Gamal (*Grilicidia sepium*) as much as 20 tons dry weight / ha. In the third year after fallow for 1 year it was still detectable higher organic matter content and aggregate stability from plots applied by green manures in Ultisol Limau Manis. Soil organic matter content from titonia on 12% slope was 8.44% and the stability of soil aggregates was 74.80%. While from plot applied by gamal, the highest soil organic matter content was 8.3% and soil aggregate stability was 75.49 which were found on 25% slope.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu sumber daya alam yang penting sebagai penghasil bahan pangan, sandang, perumahan, tambang, energi serta tempat dilaksanakannya berbagai kegiatan ekonomi, terutama kegiatan produksi di bidang pertanian. Tanah dapat menyediakan unsur hara, air dan udara yang dibutuhkan tanaman. Keseimbangan dari ke tiga faktor tersebut sangat menunjang pertumbuhan dan produksi tanaman.

Salah satu faktor penunjang produksi tanaman yang tergolong sangat penting adalah sifat fisika tanah. Meskipun tanah telah mempunyai sifat kimia yang baik, tetapi tidak ditunjang dengan sifat fisika tanah yang baik maka produksi tanaman tidak akan dapat mencapai hasil yang diharapkan. Tekstur dan struktur tanah adalah bagian dari sifat fisika tanah yang berperan penting dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman, karena kedua faktor tersebut secara langsung dapat membatasi penetrasi akar dan secara tidak langsung mempengaruhi penyediaan dan kandungan air serta udara tanah (Kramer, 1983). Salah satu tanah yang mempunyai sifat fisik bermasalah yaitu Ultisol.

Hambatan utama dalam pengembangan Ultisol untuk pertanian disamping sifat kimia yang rendah adalah sifat fisika yang jelek. Sifat fisika tanah merupakan unsur lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap tersedianya air, udara tanah dan secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan unsur hara tanaman. Sifat ini juga akan mempengaruhi potensi tanah untuk berproduksi secara maksimal. Diantara sifat fisika tanah yang penting dan berpengaruh dalam usaha pertanian adalah tekstur, struktur, kelembaban tanah, berat volume tanah (BV), total ruang pori (TRP), kematangan tanah, tingkat dekomposisi bahan organik dan permeabilitas tanah (Haridjaja, 1980). Sebagian sifat fisika tanah seperti struktur tanah dapat dimodifikasi oleh bahan organik (Yulnafatmawita, 2003).

Bahan organik merupakan timbunan sisa tumbuhan dan binatang yang sebagian atau seluruhnya telah mengalami dekomposisi oleh jasad renik tanah (Soepardi, 1983). Bahan organik tanah tersebut bersumber dari jaringan tumbuhan dan hewan yang telah mati dan terdekomposisi di dalam tanah. Berbeda sumber

bahan organik tanah tersebut akan berbeda pula pengaruh yang akan disumbangkanya ke dalam tanah. Hal ini berkaitan dengan komposisi atau susunan dari bahan organik tersebut (Hakim *et al*, 1986).

Diantara sifat fisika tanah yang sangat dipengaruhi oleh bahan organik tanah yaitu struktur tanah melalui proses pembentukan agregatnya. Bahan organik dapat membentuk dan meningkatkan stabilitas agregat bila persentasenya cukup tinggi di dalam tanah. Struktur tanah yang bagus dan agregat yang stabil meningkatkan retensi dan transmisi air, memperbaiki drainase dan aerasi tanah, serta menyeimbangkan udara dan air dalam pori tanah sehingga mampu menciptakan kondisi zona pertumbuhan akar tanaman yang baik. Selanjutnya, kondisi tanah demikian memudahkan pengolahan tanah dan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Disamping itu, bahan organik juga dapat meningkatkan suplai air untuk kebutuhan tanaman, karena bahan organik dapat menyerap dan menyimpan air melebihi beratnya sendiri.

Dalam usaha meningkatkan bahan organik tanah, petani bisa memberikan pupuk kandang, kompos, pupuk hijau dan sebagainya ke dalam tanah. Bahan organik ini bisa bertahan di dalam tanah untuk beberapa waktu karena tahap-tahap pelapukannya yang berbeda. Apakah bahan organik yang ditambahkan dalam bentuk pupuk hijau pada Ultisol Limau Manis untuk pertumbuhan tanaman jagung masih memperlihatkan pengaruhnya pada tanah setelah tiga tahun (4 kali tanaman jagung + 1 tahun dibiarkan), perlu diteliti.

Berangkat dari latar belakang dan permasalahan yang dikemukakan, maka penulis telah melakukan penelitian yang berjudul ***“Sifat fisika tanah Ultisol Limau Manis, tiga tahun setelah pemberian berbagai jenis pupuk hijau”***.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik beberapa sifat fisika tanah pada Ultisol Limau Manis yang sudah diolah dan diberi pupuk hijau, ditanami jagung selama dua tahun dan dibiarkan selama 1 tahun. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai data penunjang dalam sistem pengelolaan Ultisol.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sifat-Sifat Fisika Tanah

Sifat fisika tanah merupakan unsur lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap tersedianya air dan udara tanah, sehingga secara tidak langsung mempengaruhi tersedianya unsur hara tanaman. Sifat ini juga akan mempengaruhi potensi tanah untuk berproduksi secara maksimal. Diantara sifat fisika tanah yang penting dan berpengaruh dalam usaha pertanian adalah tekstur, struktur, kelembaban tanah, berat volume tanah (BV), total ruang pori (TRP), kematangan tanah, tingkat dekomposisi bahan organik dan permeabilitas tanah. Disamping itu, kemampuan tanah untuk berproduksi juga dipengaruhi oleh lingkungan seperti iklim, topografi, kedalaman efektif, dan drainase (Haridjaja, 1980). Selanjutnya Arsyad (1989) menambahkan bahwa sifat fisika tanah sangat berpengaruh dalam pengelolaan lahan pertanian. Sifat fisika tanah secara luas dapat menentukan kemampuan tanah untuk berproduksi dan berpengaruh terhadap sifat kimia dan biologi tanah.

2.1.1 Bahan Organik

Bahan organik adalah kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi (disebut biontik), termasuk mikrobial heterotrofik dan ototrofik yang terlibat (biotik) (Hanafiah, 2005). Senada dengan itu, Saidi (2006) mengemukakan bahwa bahan organik terdiri dari seluruh hasil tanaman dan jaringan binatang yang mati yang mengalami proses dekomposisi menjadi bahan amorfus yang mantap berwarna coklat sampai hitam yang berbeda dengan struktur anatomi bahan asalnya.

Bahan organik umumnya ditemukan di permukaan tanah. Jumlahnya tidak besar, hanya sekitar 3-5 %, tetapi pengaruhnya terhadap sifat-sifat tanah besar sekali. Adapun pengaruh bahan organik terhadap sifat-sifat tanah dan akibatnya juga terhadap pertumbuhan tanaman adalah (1) sebagai granulator yaitu memperbaiki struktur tanah, (2) sumber unsur hara N, P, S, unsur mikro dan lain-lain, (3) menambah kemampuan tanah untuk menahan air, (4) menambah

kemampuan tanah untuk menahan unsur-unsur hara (kapasitas tukar kation tanah menjadi tinggi), (5) sumber energi bagi mikro organisme (Hardjowigeno, 2003).

Lapisan tanah atas atau *top soil* memegang peranan penting dalam pertanian, terutama bagi pertumbuhan tanaman. Tanaman mengambil dan mengumpulkan unsur-unsur hara baru dari lapisan tanah yang lebih dalam dengan perantaraan akar yang kemudian terkumpul lagi di atas permukaan tanah melalui daun yang jatuh dan sisa tanaman. Peristiwa ini akan memperkaya lapisan tanah dengan unsur hara dan bahan organik. Kandungan bahan organik lapisan tanah atas yang lebih tinggi akan membuat struktur tanah, peredaran udara, pergerakan air, aktivitas jasad hidup dan pertumbuhan akar yang lebih baik dibandingkan dengan lapisan tanah di bawahnya (Sarief, 1985).

Hanafiah (2005) menyatakan bahwa sumber primer bahan organik tanah maupun seluruh fauna dan mikroflora adalah jaringan organik tanaman, baik berupa daun, batang/cabang, buah maupun akar. Sedangkan sumber sekunder berupa jaringan organik fauna termasuk kotorannya serta mikroflora. Dalam pengelolaan bahan organik tanah, sumbernya juga berasal dari pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang (kotoran ternak yang telah mengalami dekomposisi), pupuk hijau dan kompos, serta pupuk hayati (inokulan).

Hakim *et al* (1986) menjelaskan bahwa, berbeda sumber bahan organik tanah tersebut akan berbeda pula pengaruh yang disumbangkan ke dalam tanah. Hal itu berkaitan erat dengan komposisi atau susunan dari bahan organik tersebut. Selanjutnya, Yulnafatmawita (2004) menambahkan bahwa bahan organik sebagai salah satu agen pengikat butir tanah berkemampuan menciptakan struktur tanah yang gembur, seimbang pori makro dan mikro tanah serta stabil terhadap pengaruh air. Kehadiran bahan organik dalam mempertahankan sifat fisika tanah yang baik merupakan suatu keharusan.

2.1.2 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas adalah sifat yang menyatakan laju pergerakan suatu zat cair melalui suatu media yang berpori-pori, dalam hal ini cairan adalah air tanah dan media berpori adalah tanah itu sendiri. Permeabilitas ini ada dua macam, yaitu permeabilitas pada tanah jenuh air dan permeabilitas pada tanah tidak jenuh air. Permeabilitas jenuh adalah laju pergerakan air di dalam tanah yang seluruh pori-

porinya diisi air, sedangkan bila tidak seluruhnya diisi air, tetapi sebagian terisi oleh udara disebut permeabilitas tidak jenuh (Sarief, 1989).

Luki (1989) menyatakan bahwa permeabilitas merupakan suatu cara dalam mengukur atau menentukan gerakan air dalam media berpori. Sarief (1989) juga mengemukakan bahwa permeabilitas pada tanah jenuh terutama pada tanah kering lebih cepat dari pada laju permeabilitas tanah tidak jenuh. Permeabilitas tanah jenuh terjadi terutama sewaktu diberikan pengairan atau ketika terjadi hujan lebat. Dalam keadaan demikian, air akan segera meninggalkan pori-pori drainase, setelah itu dilanjutkan dengan permeabilitas tidak jenuh. Perjalanan air pada tanah yang tidak jenuh ini selain ke arah vertikal, bisa juga ke arah horizontal atau mendatar.

Penetapan permeabilitas tanah baik vertikal maupun horizontal sangat penting peranannya dalam pengelolaan tanah dan air. Tanah-tanah yang mempunyai permeabilitas lambat, lebih baik untuk persawahan yang membutuhkan banyak air. Perkiraan kebutuhan air dari tanah bagi pertumbuhan tanaman memerlukan pertimbangan-pertimbangan kehilangan air dari tanah melalui rembesan ke bawah dan ke samping. Selain itu, bagi daerah yang berdrainase buruk atau tergenang, memerlukan data kecepatan permeabilitas tanah agar perencanaan fasilitas drainase bisa dibuat untuk dapat menyediakan jumlah air dan udara yang baik bagi pertumbuhan tanaman (Sitorus *et al*, 1981).

2.1.3 Berat Volume (BV)

Berat volume (BV) adalah berat bagian padat atau sehari-hari disebut dengan berat tanah kering dibagi dengan volume total. Dalam perhitungan atau penetapan berat volume kering atau Bulk Density, maka pori-pori tanah dimasukkan dalam perhitungan. Tanah yang diambil diusahakan dalam keadaan asli atau alami, susunannya tidak boleh rusak dalam mengambil contoh tanah tersebut (Luki, 1999).

Burhanuddin (1979) menyatakan bahwa BV sangat penting dalam perhitungan kebutuhan air, kebutuhan pupuk dan penilaian struktur atau kepadatan tanah. Berat volume merupakan indikator yang baik bagi penentuan permeabilitas dan BV ini juga digunakan untuk menghitung total ruang pori tanah. Nilai BV tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, tanah yang

mempunyai bahan organik yang tinggi akan mempunyai BV yang rendah. Sedangkan tanah yang mempunyai bahan organik yang rendah akan mempunyai BV yang tinggi. Saidi (2006) menambahkan bahwa BV bervariasi dengan kadar air yang dihubungkan dengan status kelembaban. Berat volume bergantung kepada partikel densiti dan ruang pori.

Nilai BV dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya pengolahan tanah, bahan organik, pemadatan oleh alat-alat pertanian, tekstur, struktur dan kandungan air tanah. Nilai ini banyak digunakan dalam perhitungan-perhitungan seperti dalam penentuan kebutuhan air irigasi, pemupukan, pengolahan tanah dan lain-lain (Sarief, 1989).

2.1.4 Total Ruang Pori (TRP)

Porositas disebut juga persen pori total yaitu perbandingan antara volume pori total (ruang pori udara dan ruang pori air) terhadap volume tanah pada keadaan kering mutlak (Luki, 1999). Perbandingan ruang pori terhadap padatan merupakan sifat tanah yang penting dan banyak menentukan ekonomi air, udara, temperatur dan hara tanah, ruang perakaran tanaman, mudah atau tidaknya tanah diolah serta mempengaruhi proses-proses translokasi yang terlibat dalam pembentukan tanah itu (Saidi, 2006).

Pori-pori tanah dibagi kedalam dua bagian, yaitu pori mikro dan pori makro. Pori mikro hanya diisi oleh air yang sebagian besar atau seluruhnya tidak tersedia bagi tanaman, pori makro terisi oleh air dan udara. Total ruang pori tanah dihitung berdasarkan BV dan berat jenis (BJ) butir tanah (Sarief, 1989). Total ruang pori terdiri dari ruang diantara partikel pasir, debu dan liat serta ruang diantara agregat dalam tanah (Aisyah, 1986).

Tanah berpasir mempunyai TRP yang rendah, tetapi sebagian besar pori-pori itu terdiri dari pori-pori yang besar dan sangat efisien dalam lalu lintas air maupun udara. Kecilnya persentase volume yang ditempati oleh pori-pori kecil dalam tanah berpasir menunjukkan kapasitas memegang air yang rendah, sebaliknya pada top soil bertekstur halus memiliki lebih banyak TRP yang sebagian besar terdiri dari pori-pori kecil. Hasilnya adalah tanah dengan kapasitas memegang air yang besar (Hakim *et al*, 1986).

Aisyah (1986) mengemukakan bahwa TRP berpengaruh langsung terhadap produktivitas tanah. Hal ini disebabkan karena TRP mempengaruhi kapasitas kandungan air tanah, pergerakan air, udara tanah, dan perakaran tanaman. Ukuran dan penyebaran pori dalam tanah disamping mempengaruhi aliran permukaan dan aerasi, juga sangat menentukan kemampuan tanah menahan dan menyediakan air.

2.2 Karakteristik Ultisol

Ultisol merupakan tanah yang telah mengalami pencucian lanjut yang dicirikan oleh warna tanah merah kekuningan, dengan struktur gumpal, agregat kurang mantap, permeabilitas rendah, persentase pori aerase dan drainase rendah serta mempunyai berat volume yang tinggi, sehingga menyebabkan tanah mudah menjadi padat. Sifat fisika yang kurang menguntungkan tersebut mengakibatkan Ultisol mudah tererosi, karena agregat kurang stabil dan kemampuan infiltrasi rendah sehingga sebagian besar air akan mengalir dipermukaan tanah sebagai aliran permukaan (Soepardi, 1983).

Ditinjau dari segi pertumbuhan dan produksi tanaman juga kurang menguntungkan, karena tanah yang padat dan berat volume yang tinggi akan menyebabkan sulitnya penetrasi akar dan distribusi pori dalam tanah (Hakim *et al*, 1986). Rendahnya produksi pada Ultisol menurut Soepardi (1983), adalah akibat a) bahan induk miskin akan mineral primer yang mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, b) tingkat hancuran iklim yang sudah lanjut menyebabkan meningkatnya kadar aluminium (Al), besi(Fe) dan mangan (Mn), c) curah hujan yang tinggi sehingga basa-basa akan tercuci kelapisan bawah dan tanah peka terhadap erosi. Soepraptohardjo (1978), menyatakan bahwa keadaan lain yang membatasi Ultisol adalah umumnya tanah ini terdapat pada daerah bergelombang sampai berbukit, sehingga mudah tererosi.

2.3 Peran Bahan Organik Terhadap Kesuburan Fisik Tanah

Bahan organik tanah merupakan salah satu bahan pembentuk agregat tanah, yang mempunyai peran sebagai bahan perekat antar partikel tanah untuk bersatu menjadi agregat tanah, sehingga bahan organik penting dalam pembentukan struktur tanah. Pengaruh pemberian bahan organik terhadap struktur

tanah sangat berkaitan dengan tekstur tanah yang diperlakukan. Pada tanah lempung yang berat, terjadi perubahan struktur gumpal kasar dan kuat menjadi struktur yang lebih halus tidak kasar, dengan derajat struktur sedang hingga kuat, sehingga lebih mudah untuk diolah. Komponen organik seperti asam humat dan asam fulvat dalam hal ini berperan sebagai sementasi pertikel lempung dengan membentuk kompleks lempung-logam-humus (Stevenson, 1982). Pada tanah pasiran bahan organik dapat diharapkan merubah struktur tanah dari berbutir tunggal menjadi bentuk gumpal, sehingga meningkatkan derajat struktur dan ukuran agregat atau meningkatkan kelas struktur dari halus menjadi sedang atau kasar (Scholes *et al.*, 1994).

Mekanisme pembentukan agregat tanah oleh adanya peran bahan organik ini dapat digolongkan dalam empat bentuk: (1) Penambahan bahan organik dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah baik jamur dan actinomycetes. Melalui pengikatan secara fisik butir-butir primer oleh miselia jamur dan *actinomycetes*, maka akan terbentuk agregat walaupun tanpa adanya fraksi lempung; (2) Pengikatan secara kimia butir-butir lempung melalui ikatan antara bagian-bagian positif dalam butir lempung dengan gugus negatif (karboksil) senyawa organik yang berantai panjang (polimer); (3) Pengikatan secara kimia butir-butir lempung melalui ikatan antara bagianbagian negatif dalam lempung dengan gugusan negatif (karboksil) senyawa organik berantai panjang dengan perantaraan basa-basa Ca, Mg, Fe dan ikatan hidrogen; (4) Pengikatan secara kimia butir-butir lempung melalui ikatan antara bagian-bagian negative dalam lempung dengan gugus positif (gugus amina, amida, dan amino) senyawa organik berantai panjang (polimer) (Seta, 1987). Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam humat lebih bertanggung jawab pada pembentukan agregat di regosol, yang ditunjukkan oleh meningkatnya kemantapan agregat tanah (Partoyo, 1999).

Pengaruh bahan organik terhadap sifat fisika tanah yang lain adalah terhadap peningkatan porositas tanah. Porositas tanah adalah ukuran yang menunjukkan bagian tanah yang tidak terisi bahan padat tanah yang terisi oleh udara dan air. Pori pori tanah dapat dibedakan menjadi pori mikro, pori meso dan pori makro. Pori-pori mikro sering dikenal sebagai pori kapiler, pori meso dikenal sebagai pori drainase lambat, dan pori makro merupakan pori drainase cepat.

Tanah pasir yang banyak mengandung pori makro sulit menahan air, sedang tanah lempung yang banyak mengandung pori mikro drainasenya jelek. Pori dalam tanah menentukan kandungan air dan udara dalam tanah serta menentukan perbandingan tata udara dan tata air yang baik. Penambahan bahan organik pada tanah kasar (berpasir), akan meningkatkan pori yang berukuran menengah dan menurunkan pori makro. Dengan demikian akan meningkatkan kemampuan menahan air (Stevenson, 1982). Hasil penelitian menunjukkan, penambahan bahan humat 1 persen pada latosol mampu meningkatkan 35,75 % pori air tersedia dari 6,07 % menjadi 8,24 % volume (Herudjito, 1999). Pada tanah halus lempungan, pemberian bahan organik akan meningkatkan pori meso dan menurunkan pori mikro. Dengan demikian akan meningkatkan pori yang dapat terisi udara dan menurunkan pori yang terisi air, artinya akan terjadi perbaikan aerasi untuk tanah lempung berat. Terbukti penambahan bahan organik (pupuk kandang) akan meningkatkan pori total tanah dan akan menurunkan berat volume tanah (Wiskandar, 2002).

Pengaruh bahan organik terhadap peningkatan porositas tanah di samping berkaitan dengan aerasi tanah, juga berkaitan dengan status kadar air dalam tanah. Penambahan bahan organik akan meningkatkan kemampuan menahan air sehingga kemampuan menyediakan air tanah untuk pertumbuhan tanaman meningkat. Kadar air yang optimal bagi tanaman dan kehidupan mikroorganisme adalah sekitar kapasitas lapang. Penambahan bahan organik di tanah pasir akan meningkatkan kadar air pada kapasitas lapang, akibat dari meningkatnya pori yang berukuran menengah (meso) dan menurunnya pori makro, sehingga daya menahan air meningkat, dan berdampak pada peningkatan ketersediaan air untuk pertumbuhan tanaman (Scholes *et al.*, 1994). Terbukti penambahan pupuk kandang di Andisol mampu meningkatkan pori memegang air sebesar 4,73 % (dari 69,8 % menjadi 73,1 %) (Tejasuwarna, 1999).

Peran bahan organik yang lain, yang mempunyai arti praktis penting terutama pada lahan kering berlereng, adalah dampaknya terhadap penurunan laju erosi tanah. Hal ini dapat terjadi karena akibat dari perbaikan struktur tanah yaitu dengan semakin mantapnya agregat tanah, sehingga menyebabkan ketahanan tanah terhadap pukulan air hujan meningkat. Di samping itu, dengan

meningkatnya kapasitas infiltrasi air akan berdampak pada aliran permukaan dapat diperkecil. sehingga erosi dapat berkurang (Stevenson, 1982).

2.4 Titonia dan Gamal sebagai Bahan Pembenah Tanah

2.4.1 Titonia (*Tithonia diversifolia*)

Titonia atau bunga matahari Meksiko adalah salah satu jenis tanaman legum yang dapat tumbuh baik pada tanah yang kurang subur. Tanaman ini telah menyebar hampir di seluruh dunia, dan sudah dimanfaatkan sebagai sumber hara Nitrogen dan Kalium oleh petani di Kenya, namun di Indonesia belum banyak dimanfaatkan. Titonia banyak tumbuh sebagai semak di pinggir jalan, tebing, dan sekitar lahan pertanian. Titonia dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau dan sumber bahan organik tanah melalui teknik *alley cropping* atau tanaman pembatas kebun (Hartatik, 2007).

Titonia yang ditanam sebagai pagar lorong berpengaruh secara nyata terhadap penurunan aliran permukaan dan tanah tererosi. Penurunan tersebut dapat disebabkan oleh dua mekanisme. Pertama, akibat hambatan dari perakaran dan batang pagar lorong titonia yang berfungsi sebagai tanggul, serta tajuk tithonia yang rapat menghambat butiran hujan jatuh ke tanah di bawahnya. Kedua, akibat hambatan dari pangkasan titonia yang dijadikan mulsa, karena ketika tanaman titonia telah berumur 2 bulan dipangkas dan dimulsakan di antara baris tanaman (Wahyudi, 2007).

Titonia merupakan salah satu sumber pupuk hijau yang mudah didapat dan murah biayanya. Tanaman ini dapat memperbanyak diri secara generatif dan vegetatif, yaitu dari akar dan stek batang atau tunas, sehingga dapat tumbuh cepat setelah dipangkas (Hartatik, 2007). Titonia yang ditanam sebagai pagar lorong dapat menghasilkan pangkasan kering berkisar antara 9,15 – 9,98 ton/ha (Wahyudi, 2007).

Zamora (2004) telah melakukan penelitian tentang pengaruh utama bahan perbanyakan dan periode pangkas terhadap bobot segar titonia, adapun hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh utama bahan perbanyakan dan periode pangkas terhadap bobot segar titonia *)

Bahan perbanyakan	Periode Pangkas (bulan)			Pengaruh Utama Bahan Perbanyakan
	2	3	4	
(g/pot).....			
Biji	176,30	99,90	151,98	142,73
Stek batang	149,28	119,72	209,73	159,58
Stek stolen	142,62	97,02	147,00	128,88
Pengaruh Periode Pangkas	156,07	105,55	169,57	143,73

*) Sumber; Zamora (2004)

2.4.2 Gamal (*Gliricidia sepium*)

Gamal merupakan tumbuhan yang berasal dari kawasan Pantai Pasifik Amerika Tengah yang bermusim kering. Ditemukan di dataran rendah hingga ketinggian 1200 mdpl. Gamal telah lama dibudidayakan dan bernaturalisasi di wilayah tropika Meksiko, Amerika Tengah, dan bagian utara Amerika Selatan, sampai pada ketinggian 1.500 mdpl (Anonim, 2006). Ciri-ciri tanaman gamal adalah; 1) daunnya bersirip, dengan bentuk oval runcing yang agak lebar, 2) bunga berwarna ungu keputihan, 3) tanaman ini dapat tumbuh mencapai tinggi 10 meter, 4) gamal dapat tumbuh pada daerah dengan ketinggian 0 – 1300 mdpl (Balai Informasi Pertanian Irian Jaya, 1992).

Gamal telah dimanfaatkan secara luas untuk berbagai keperluan. Kayunya dapat digunakan sebagai kayu bakar, arang atau juga sebagai bahan bangunan dan alat pertanian. Pada sistem budidaya lorong, gamal ditanam dengan jarak 10 m, sanggup menghasilkan kayu bakar kira-kira 50 m³/ha/tahun (Hadinugroho, 2003). Gamal juga digunakan pada berbagai sistem pertanaman, sebagai pohon pelindung pada tanaman teh, cokelat, atau kopi. Sebagai penyangga hidup tanaman vanili, lada hitam, dan ubi jalar. Pada umumnya digunakan sebagai pagar hidup, tanaman pupuk hijau pada pola tanam tumpang sari, sebagai penahan tanah pada pola tanam lorong dan terasering. Selain itu, tanaman ini juga dapat digunakan untuk mereklamasi tanah atau lahan yang gundul atau tanah yang ditumbuhi oleh alang-alang (Anonim, 2006).

Meskipun gamal dapat diperbanyak dengan menggunakan biji, tetapi mengembangbiakkan dengan menggunakan stek batang lebih umum digunakan.

Hal ini karena sulitnya mencari dan mengumpulkan biji gamal. Tanaman yang diperbanyak dengan stek sudah dapat dipanen perdana pada umur 8 - 10 bulan. Sedangkan pembiakan tanaman dengan biji, hasil biomasa baru dapat diperoleh pada usia sekitar 2 tahun. Gamal dapat dipanen setiap 3 – 4 bulan sekali dengan hasil antara 1 – 2 kg hijauan basah per tanaman (Anonim, 2006). Penelitian di Lembah Palu menunjukkan bahwa pemangkasan secara teratur menghasilkan daun-daun dalam jumlah besar yang bisa dimanfaatkan sebagai pupuk hijau atau pakan hewan, yakni sekitar 6 ton/ha/thn. Pagar tanaman gamal di lahan yang berlereng dapat menurunkan erosi sebesar 55% (Hadinugroho, 2003).

Produksi tanaman gamal pada luas lahan dan jumlah populasi tertentu yang diterbitkan Balai Informasi Pertanian Irian Jaya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Produksi gamal pada luas areal tertentu *)

Luas Lahan (m ²)	Jumlah Tanaman (pohon)	Produksi / Pohon / Panen (kg)
25 x 25	220	4
25 x 50	300	6
25 x 75	400	7
25 x 75	500	9

*) Sumber : Balai Informasi Pertanian Irian Jaya, (1992)

III. BAHAN DAN METODA

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Februari 2011 sampai dengan Juni 2011 di Kebun Percobaan Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang dan dilanjutkan di Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Jadwal penelitian secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.2 Bahan dan Alat

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari alat bantu pengambilan sampel, alat laboratorium, dan bahan kimia. Sedangkan alat dan bahan laboratorium adalah alat dan bahan kimia yang digunakan untuk membantu kegiatan analisis tanah di laboratorium. Bahan dan alat yang digunakan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.3 Metoda Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan pengambilan sampel tanah pada lahan bekas penelitian Yulnafatmawita (2008,2009) yang menggunakan dua macam pupuk hijau untuk tanaman jagung pada tiga kelas lereng yang berbeda. Pengambilan sampel tanah di lapangan dilaksanakan dengan mengambil sampel tanah utuh dan terganggu pada sebagian plot dari tiga lereng, bekas pertanaman jagung. Total semua sampel yaitu 27 sampel karena merujuk pada rancangan percobaan yang telah dilaksanakan pada tahun pertama dan kedua yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 9 perlakuan dan 3 kelompok sehingga seluruhnya menjadi 27 satuan percobaan.

Perlakuan adalah sebagai berikut;

- A = tanpa pupuk hijau pada lereng 3%
- B = tanpa pupuk hijau pada lereng 12%
- C = tanpa pupuk hijau pada lereng 25%
- D = 20 ton/ha pupuk hijau titonia pada lereng 3%
- E = 20 ton/ha pupuk hijau titonia pada lereng 12%
- F = 20 ton/ha pupuk hijau titonia pada lereng 25%
- G = 20 ton/ha pupuk hijau gamal pada lereng 3%
- H = 20 ton/ha pupuk hijau gamal pada lereng 12%
- I = 20 ton/ha pupuk hijau gamal pada lereng 25%

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengambilan Contoh Tanah

Pengambilan contoh tanah dibedakan dalam dua bentuk, yaitu pengambilan contoh tanah utuh dan contoh tanah terganggu. Pengambilan contoh tanah utuh diambil dengan menggunakan ring sampel yang digunakan untuk penetapan berat volume, total ruang pori dan permeabilitas. Pengambilan contoh tanah terganggu diambil tiap plot yang digunakan untuk analisis bahan organik tanah, konsistensi dan indeks stabilitas aggregate (ayakan basah dan kering). Sampel tanah diambil pada tiap plot. Prosedur pengambilan contoh tanah dapat dilihat pada Lampiran 3

3.4.2 Pengamatan di Laboratorium

Analisis tanah yang dilakukan pada penelitian ini adalah : 1) Kandungan bahan organik dengan metoda Walkley and Black (Hakim, 2005), 2) berat volume (BV) dan total ruang pori (TRP) dengan metoda Volumetrik (Yulnafatmawita, 2004), 3) Permeabilitas dengan menggunakan metoda tinggi muka air yang konstan berdasarkan Hukum Darcy dalam keadaan jenuh (Yulnafatmawita, 2004), 4) Stabilitas agregat tanah metoda ayakan kering dan ayakan basah (LPT, 1979), 5) Konsistensi dengan batas-batas Atterberg (Yulnafatmawita, 2004). Prosedur kerja analisis disajikan pada Lampiran 4.

3.4.3 Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil analisis di laboratorium kemudian dianalisis sidik ragamnya jika nilai F hitung besar dari F tabel akan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%. Disamping itu, juga dinilai dengan kriteria sifat-sifat fisika tanah menurut Lembaga Penelitian Tanah Bogor (1979). Lampiran 5.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lokasi Penelitian

Udults adalah salah satu sub group dari Ultisol, yang mempunyai rejim kelembaban tanah udik, pada iklim humid, drainase baik dengan cerah hujan cukup dan terdapat pada epipedon okrik diatas horizon argilik atau horizon kandik atau fragipan (Fiantis, 2007). Limau Manis yang terletak di daerah lereng atau kaki Gunung Gadut mempunyai curah hujan yang cukup tinggi pertahunnya (3.723,9 mm/tahun) (Yulnafatmawita, *et al.*, 2008).

Lokasi ini terletak pada posisi 00°54'28,2" LS dan 100°27'46,5" BT dengan ketinggian ± 276 m dpl dengan topografi bergelombang (Slope 3 – 25 %). Vegetasi utama yang tumbuh di lokasi ini antara lain alang-alang (*Imperata cylindrica*), krinyuh (*Chromolaena odorata*), sikeduduk (*Melastoma melabathricum*), gelagah (*Themeda gigantes*), paku resam (*Lygodim sp*), dan akasia (*Acasia azedarh*).

Tiga kelas lereng yang dipilih pada penelitian ini yaitu 0 – 8 % yang diwakili lereng ± 3 %, 8 – 15 % yang diwakili lereng ± 12 %, dan 15 – 30 % yang diwakili lereng ± 25 %. Lahan yang berlereng 0 – 8 % terletak di bagian tengah pada posisi yang lebih tinggi dari lereng 8 – 15 % dan 15 – 30 %. Lereng 8 – 15 % terletak di bagian timur laut, dan lereng 15 – 30 % berada di selatan dari lereng 0 – 8 % (untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 6 dan 7).

Pada tahun 2008 – 2009, lahan ini telah ditanami jagung (empat kali musim tanam), dengan penambahan pupuk hijau. Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian pupuk hijau 20 ton/ha pada Ultisol meningkatkan kandungan bahan organik tanah, indeks stabilitas agregat tanah, dan berat kering tanaman jagung (Yulnafatmawita *et al.*, 2009). Tahun 2010 lahan ini diberakan, waktu pengambilan sampel lahan ini telah ditumbuhi oleh alang-alang (*Imperata cylindrica*).

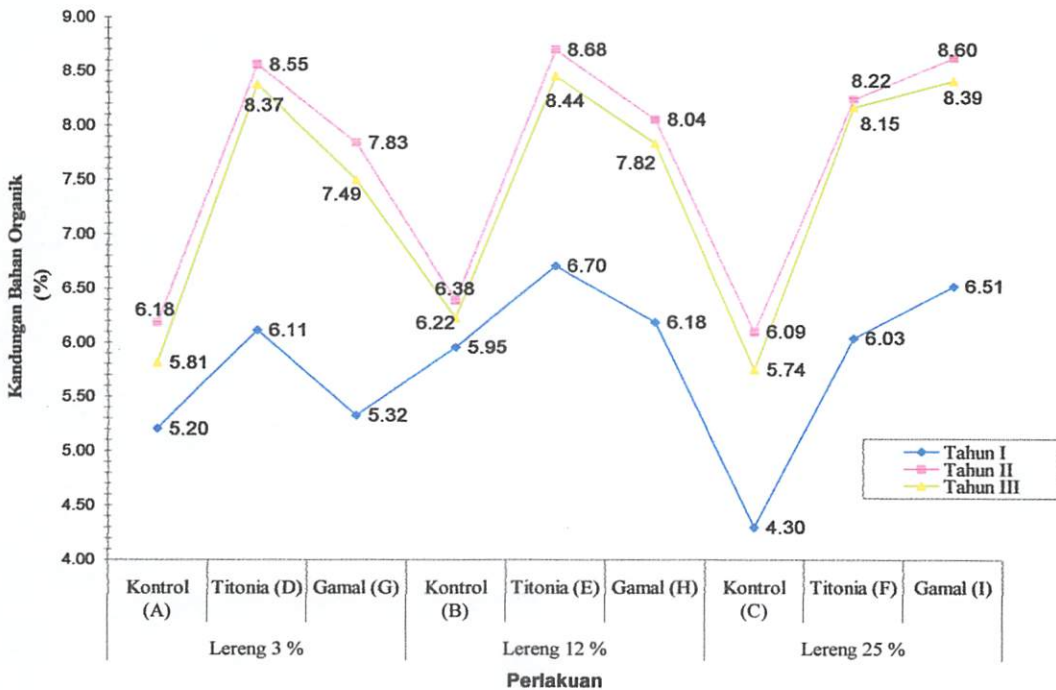
4.2 Karakteristik Beberapa Sifat Fisika Tanah

Hasil analisis sifat fisika tanah tiga tahun setelah pemberian pupuk hijau terdiri dari kandungan bahan organik, berat volume, permeabilitas, indeks

stabilitas agregat, total ruang pori dan konsistensi tanah. Data dan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 8.

4.2.1 Bahan Organik

Efek pemberian pupuk hijau titonia dan gamal terhadap kandungan bahan organik tanah setelah tiga tahun dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kandungan bahan organik tanah pada tahun pertama, kedua dan ketiga.

Gambar 1 menunjukkan bahwa setelah tiga tahun pemberian pupuk hijau untuk pertanaman jagung, kandungan bahan organik tanah menunjukkan perbedaan yang nyata. Dibandingkan tahun kedua, pada tahun ketiga bahan organik menurun pada kemiringan 3 %, 12 % dan 25 % sebesar 2,11 %, 4,34 % dan 0,85 % pada plot yang diberi pupuk hijau titonia dan pada plot yang diberikan pupuk hijau gamal sebesar 4,66 %, 2,74 % dan 2,44 %. Rata-rata penurunan bahan organik tanah adalah 2,43 % pada plot yang diberikan pupuk hijau titonia dan 3,28 % pada plot yang diberikan pupuk hijau gamal (Lampiran 8).

Berdasarkan uji lanjut BNT 5 %, pada lereng 3 % pemberian titonia memberikan kandungan bahan organik tertinggi, berbeda nyata dengan kontrol namun tidak berbeda nyata dengan gamal demikian juga pada lereng 12 %. Pada lereng 25 % pemberian gamal yang tertinggi, berbeda tidak nyata dengan titonia

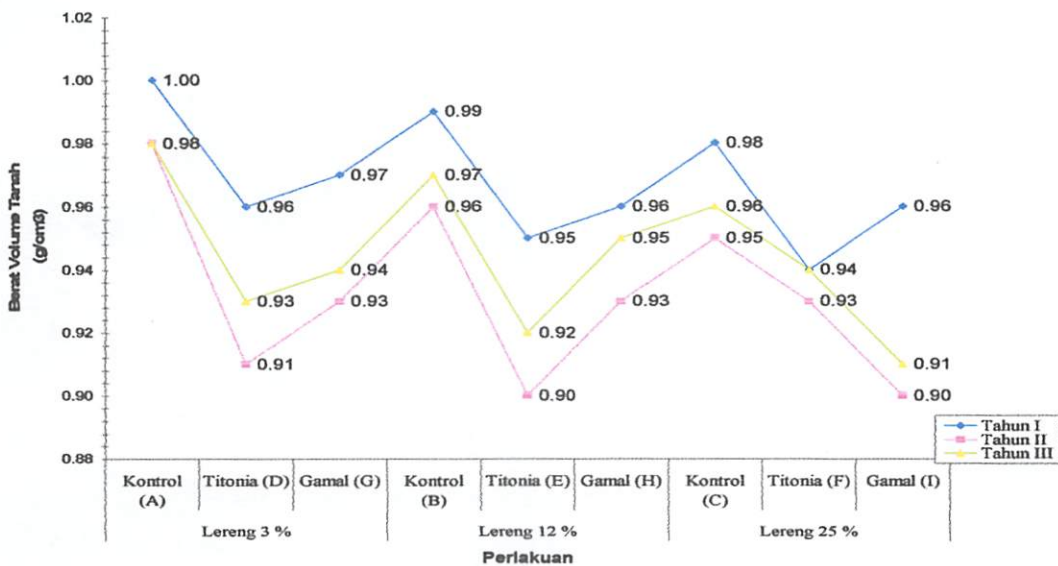
namun berbeda nyata dengan kontrol. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa aplikasi gamal dan titonia untuk pertumbuhan jagung pada ultisol, menunjukkan masih adanya efek sisa pada tahun ketiga (setelah 2 tahun penanaman jagung dan 1 tahun bera).

Tingginya kandungan bahan organik tanah akibat pemberian titonia ini disebabkan oleh dari ketiga jenis bahan organik yang digunakannya, titonia merupakan jenis bahan organik dalam bentuk pupuk hijau yang kandungan nitrogen tinggi dibandingkan bahan organik lain sehingga lebih cepat melapuk. Tanaman yang sudah melapuk akan menyumbangkan bahan organiknya menjadi bahan organik tanah (Purnamasari, 2009). Nitrogen dari bahan organik yang melapuk akan diambil tanaman untuk pertumbuhannya dan menghasilkan bahan organik yang banyak pula. Sehingga kandungan bahan organik pada plot sisa titonia masih lebih tinggi dibanding plot lain.

Jika dibandingkan dengan tanah Ultisol secara umum (sebelum diberikan pupuk hijau), kandungan bahan organik tanah pada tiap plot percobaan ini jauh lebih tinggi (Yulnafatmawita, 2010). Hal ini disebabkan oleh sisa (jerami) tanaman jagung selalu dibiarkan lapuk pada masing-masing plot. Disamping itu, pengolahan tanah dan pemberian pupuk serta kapur pada pertanaman jagung menyebabkan tanaman tumbuh lebih subur dibanding tanah awal tanpa masukan. Tanah yang subur akan ditumbuhi tanaman yang lebih banyak, sehingga menyumbangkan bahan organik yang lebih juga pada tanah, termasuk bahan organik yang dihasilkan selama bera. Menurut kriteria bahan organik termasuk dalam kelas sedang yaitu antara 7,74 % - 8,44 %.

4.2.2 Berat Volume

Efek pemberian pupuk hijau terhadap berat volume tanah tahun ketiga dapat dilihat pada Gambar 2. Secara umum dari Gambar 2 terlihat bahwa setelah tiga tahun pemberian pupuk hijau belum memberikan perbedaan yang nyata terhadap berat volume tanah. Demikian juga secara kriteria, semua nilai berat volume tanah berada pada kriteria sedang.



Gambar 2. Berat volume tanah pada tahun pertama, kedua dan ketiga.

Hal ini disebabkan oleh tekstur tanah dan pengolahan yang sama untuk seluruh plot, serta bahan organik yang tinggi. Akan tetapi, ada kecenderungan peningkatan berat volume tanah pada tahun ketiga pada masing-masing kemiringan lereng 3 %, 12 % dan 25 % sebesar 2,2 %, 2,22 % dan 1,08 % pada plot yang diberikan pupuk hijau titonia dan pada plot yang diberikan pupuk hijau gamal sebesar 1,08 %, 2,15 % dan 1,23 % (Lampiran 8).

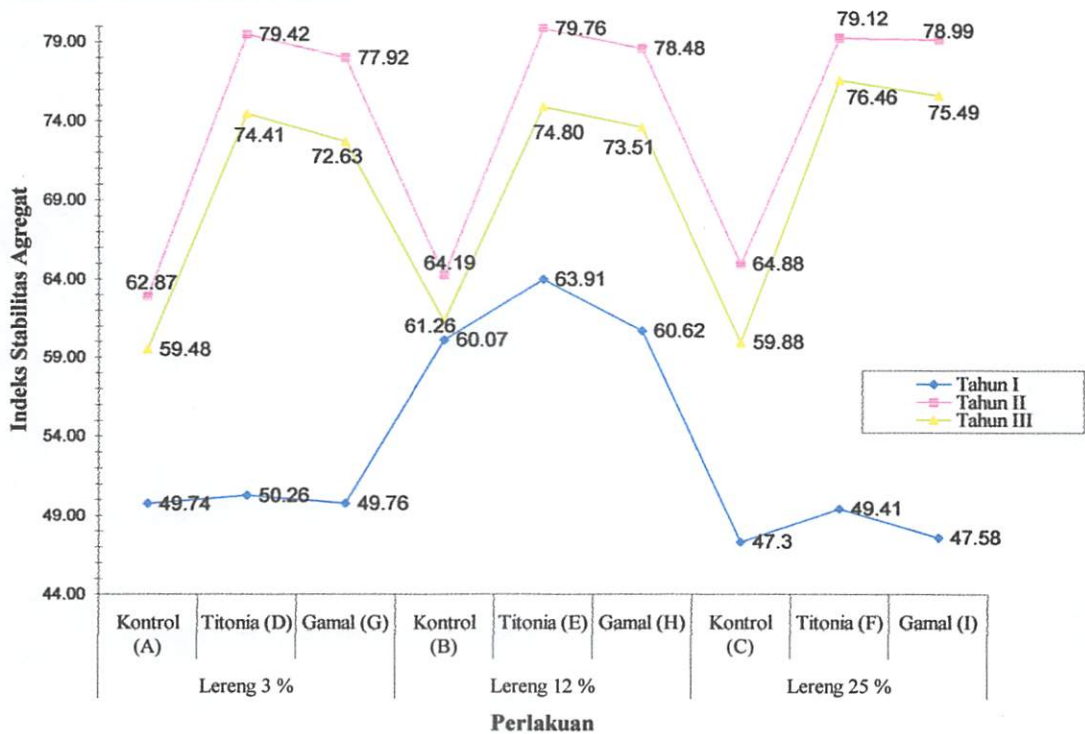
Rendahnya nilai BV pada lereng 25% karena lokasi ini mengandung bahan organik yang lebih tinggi daripada lokasi lain. Menurut Luki (2007), nilai BV ditentukan oleh sifat fisika tanah lain diantaranya kandungan bahan organik tanah. Semakin tinggi kandungan bahan organik tanah semakin rendah BV tanah.

Pemberian bahan organik pada Ultisol ini mampu menurunkan nilai berat volume tanah. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Sarief (1980) bahwa nilai dari berat volume tanah dapat di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pengolahan tanah, bahan organik, pemadatan oleh alat-alat pertanian, tekstur, struktur dan kandungan air tanah. Perbedaan lereng tidak membedakan berat volume tanah yang nyata dari masing-masing perlakuan.

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa pupuk hijau yang diberikan pada tanah berperan dalam menurunkan nilai dari berat volume tanah dan tanah semakin gembur dengan semakin kecilnya nilai berat volume tanah. Menurut Luki (2007) tanah-tanah yang gembur atau nilai berat volume kecil, air akan mudah

terinfiltrasi, *run off* akan lebih rendah, sehingga proses erosi dapat di perlambat. Terhadap pergerakan unsur hara dalam tanah, berat volume tanah juga berpengaruh karena berat volume akan menentukan kemampuan tanah menahan air, serta aerasi dan drainase tanah.

4.2.3 Stabilitas agregat tanah



Gambar 3. Indeks stabilitas agregat tanah pada tahun pertama, kedua dan ketiga.

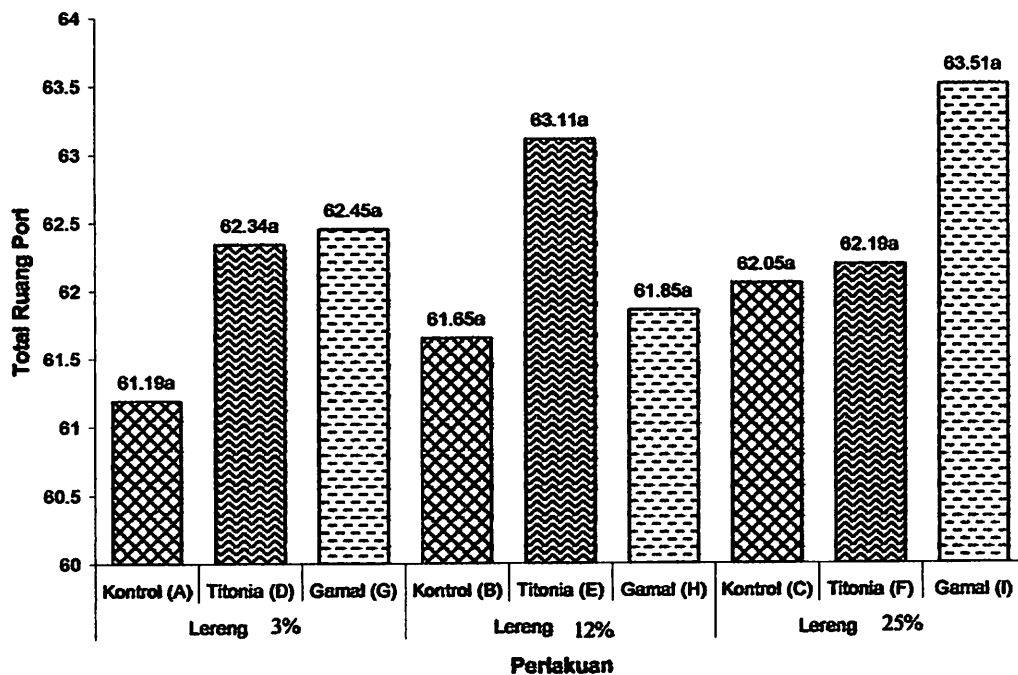
Dari Gambar 3 diketahui bahwa pemberian pupuk hijau setelah tiga tahun cenderung mempertahankan indeks stabilitas agregat meskipun menurut analisis statistik berbeda tidak nyata. Pada masing-masing lereng titonia memberikan efek sisa tertinggi pada yaitu sebesar 76,46 % dibandingkan efek sisa gamal. Efek sisa titonia tertinggi pada lereng 25 % sebesar 76,46 % dibandingkan lereng 3 % dan 12 % dan efek sisa gamal tertinggi pada lereng 25 % sebesar 75,49 %.

Indeks stabilitas agregat tanah pada kemiringan lereng 3 %, 5 % dan 25 % menurun setelah diberakan atau pada tahun ketiga yaitu sebesar 6,31 %, 6,22 % dan 3,36 % pada plot yang diberikan pupuk hijau titonia dan pada plot yang diberikan pupuk hijau gamal menurun 6,4 %, 6,33 % dan 4,43 % (Lampiran 8). Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pupuk hijau memberikan pengaruh lebih besar terhadap peningkatan indeks stabilitas agregat tanah Ultisol dibanding

tanpa pemberian pupuk hijau. Penelitian Daulay (2007) mendapatkan hasil yang sama bahwa pemberian bahan organik dari sumber pupuk hijau titonia dan petai cina memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap indeks stabilitas agregat Tropudult dibanding alang-alang dan jerami padi. Berdasarkan kriteria Indeks Stabilitas Agregat tanah termasuk dalam kelas agak stabil sampai stabil.

Pemberian pupuk hijau ini memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap stabilitas agregat tanah karena tekstur tanah Ultisol ini didominasi oleh liat yang mencapai 70 %. Disamping itu, kandungan bahan organik tanah untuk masing-masing plot juga termasuk kriteria sama (sedang). Sehingga dengan demikian, indeks stabilitas agregat tanah juga tidak berbeda nyata.

4.2.4 Total ruang pori (TRP)



Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5.

Gambar 4. Total ruang pori tanah pada tahun ketiga.

Efek pemberian pupuk hijau terhadap total ruang pori tanah tahun ketiga dapat dilihat pada Gambar 4. Dari Gambar 4 ini dapat dilihat bahwa pemberian pupuk hijau titonia dan gamal belum memberikan perbedaan yang nyata terhadap total ruang pori tanah. Pada kemiringan lereng 25 % efek sisa gamal masih memberikan efek sisa tertinggi yaitu sebesar 63,51 % demikian juga pada lereng

3 %, dan pada lereng 12 % pemberian titonia yang tertinggi. Nilai TRP tertinggi pada lereng 12 % karena adanya pengaruh kandungan bahan organik pada lokasi ini. Menurut Hardjowigeno (2003 b) porositas tanah dipengaruhi diantaranya oleh kandungan bahan organik. Semakin tinggi bahan organik semakin tinggi nilai TRP tanah.

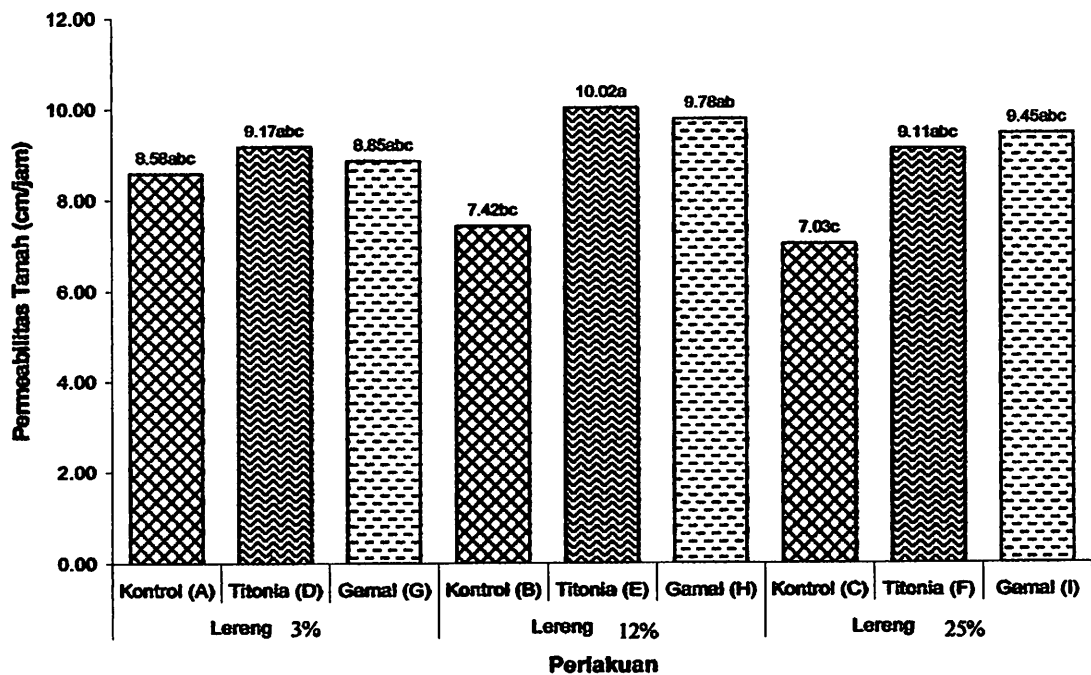
Dilihat secara angka-angka total ruang pori tanah berada pada kriteria sedang hal ini disebabkan oleh tekstur tanah, kandungan bahan organik tanah dan BV tanah. Pengaruh tekstur tanah terhadap TRP dijelaskan oleh Arsyad (1989), yang menyatakan bahwa tanah yang mempunyai tekstur kasar atau pasir, akan mempunyai TRP yang sedikit karena sebagian besar tanah tersebut ditempati oleh ruang pori makro sehingga persentase volume oleh ruang pori mikro sedikit. Selanjutnya Ahmad (1980) menyatakan bahwa bahan organik juga mempengaruhi TRP, dimana dengan tingginya kandungan bahan organik akan menyebabkan bertambahnya TRP, ini terjadi karena dengan makin tingginya kandungan bahan organik, maka granulasi butir akan meningkat sehingga TRP juga akan meningkat.

Nilai BV tanah juga mempunyai hubungan yang erat dengan TRP. Sebagaimana yang dijelaskan Sukmana (1975), bahwa makin tinggi BV suatu tanah maka makin rendah TRP. Pada penelitian ini juga ditemukan hubungan berbanding terbalik yang signifikan antara BV dan TRP. Semakin rendah nilai BV tanah, maka nilai TRP cenderung meningkat. Ini merupakan suatu indikasi bahwa tanah-tanah yang gembur (BV rendah) akan mempunyai nilai TRP yang tinggi.

4.2.5 Permeabilitas tanah

Efek pemberian pupuk hijau terhadap permeabilitas tanah setelah tiga tahun dapat dilihat pada Gambar 5. Dari Gambar 5 ini terlihat bahwa permeabilitas tanah pada semua perlakuan berbeda nyata namun masih masuk dalam kriteria sama yaitu kriteria agak cepat. Pada kemiringan 12 % plot diberi titonia masih memberikan hasil permeabilitas tertinggi, hal ini diduga karena tingginya kandungan bahan organik tanah. Tingginya kandungan bahan organik akan menyebabkan proses agregasi tanah yang dibantu oleh bahan organik tanah. Bahan organik mampu membentuk dan memantapkan agregasi tanah dan menciptakan pori yang seimbang antara makro dan mikro. Tanah yang

mempunyai pori makro yang cukup dapat mempermudah pergerakan air dan udara tanah.



Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5.

Gambar 5. Permeabilitas tanah pada tahun ketiga.

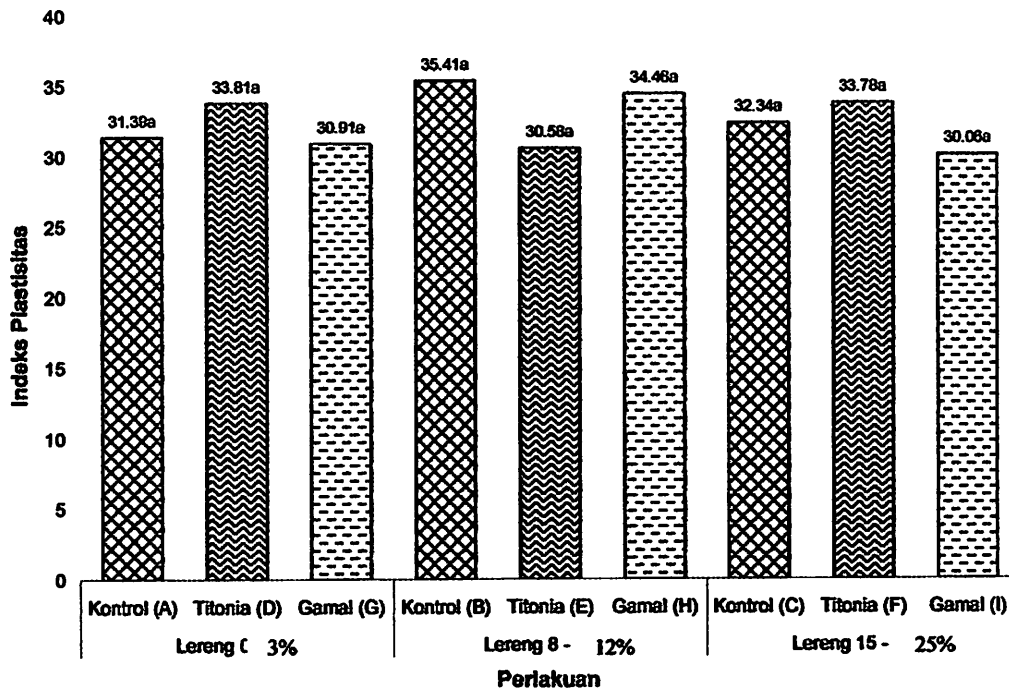
Sebagaimana Sarief (1985), menyatakan bahwa struktur tanah yang mantap mempunyai pori-pori yang tidak mudah tertutup oleh partikel tanah halus. Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pemberian pupuk hijau titonia meningkatkan nilai permeabilitas tanah pada lereng 3 % dan 12 %. Namun pada lereng 25% pemberian pupuk hijau gamal menunjukkan nilai permeabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian pupuk hijau titonia.

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa peningkatan nilai permeabilitas tanah pada lereng 3 % yang diberi pupuk hijau titonia mengalami peningkatan sebesar 6,88 %, dan yang diberi pupuk hijau gamal mengalami peningkatan sebesar 3,14 %. Hasil yang sama pada lereng 12% yaitu pemberian pupuk hijau titonia memberikan peningkatan yang lebih tinggi yaitu 35,04 %, sedangkan pemberian pupuk hijau gamal peningkatan nilai permeabilitas hanya 31,80 %. Hasil yang berbeda terlihat pada lereng 25 %, peningkatan nilai permeabilitas tanah tertinggi terdapat pada pemberian pupuk hijau gamal yaitu 34,42 %,

sedangkan pemberian pupuk hijau titonia hanya mengalami peningkatan sebesar 29.58 %.

4.2.6 Indeks Plastisitas Tanah

Efek pemberian pupuk hijau terhadap konsistensi tanah setelah tiga tahun dapat dilihat pada Gambar 6. Indeks plastisitas menunjukkan perbedaan kadar air pada batas cair dengan batas plastis (Hardjowigeno, 1987).



Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT, pada taraf 5%.

Gambar 6. Konsistensi tanah pada tahun ketiga.

Dari Gambar 6 terlihat bahwa pemberian pupuk hijau titonia dan gamal setelah tiga tahun belum memberikan perbedaan yang nyata terhadap indeks plastisitas tanah. Hal ini karena tanah pada penelitian ini memiliki kandungan liat 68,43 % - 74,86 % dan BO pada masing-masing plot yang diberi pupuk hijau sebesar 7,49 % - 8,44 %.

Baver (1972), menyatakan bahwa nilai konsistensi tanah banyak ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya kandungan liat tanah, kandungan BO, dan kelembaban tanah. Hal ini diperkuat oleh Hardjowigeno (1987) yang menyatakan bahwa tanah-tanah liat umumnya memiliki indeks plastisitas yang tinggi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Sifat fisika Ultisol Limau Manis, Tiga Tahun Setelah pemberian Beberapa Jenis Pupuk Hijau” dapat disimpulkan bahwa:

1. Kandungan bahan organik tanah berada pada kriteria sedang (5,74 – 8,44 %). Berat volume tanah berada pada kriteria sedang (0,91 – 0,98 g/cm³). indeks stabilitas agregat berada pada kriteria agak stabil (59,48 %) sampai stabil (76,46 %). Total ruang pori tanah berada pada kriteria sedang (61,19 – 63,51 %). Permeabilitas tanah berada pada kriteria agak cepat (7,03 – 10,02 cm/jam). Dan indeks plastisitas tanah berada pada kriteria sangat tinggi (30,06 - 35,41 %).
2. Pemberian titonia dan gamal masih memberikan efek pada indeks stabilitas agregat tanah pada tahun ketiga. Pada masing-masing kemiringan lahan plot yang diberi pupuk hijau, titonia memberikan stabilitas agregat tertinggi pada lereng 25% yaitu sebesar 76,46.
3. Berat volume tanah cukup rendah (0,92 – 0,93 g/cm³) pada plot yang diberi titonia dengan kemiringan lahan 3% dan 12%, serta pada plot yang diberi gamal dengan kemiringan lahan 25%.

5.2 Saran

Masih adanya efek positif pemberian pupuk hijau titonia dan gamal sampai tahun ketiga terhadap sifat fisika ultisol Limau Manis, maka penambahan pupuk hijau belum diperlukan.

RINGKASAN

Peningkatan jumlah penduduk memacu terjadinya alih fungsi lahan pertanian ke sektor lain sehingga luas lahan pertanian yang subur semakin berkurang, dan usaha pertanian banyak beralih ke lahan-lahan marginal yang mempunyai produktivitas rendah. Pada umumnya lahan marginal merupakan lahan dengan tingkat perkembangan tanah yang sudah lanjut seperti ordo Ultisol.

Pengolahan tanah yang intensif memacu terjadinya penurunan kandungan bahan organik tanah sehingga menurunkan stabilitas agregat tanah. Indeks bahaya erosi dari lahan pertanian perlu diturunkan dengan meningkatkan stabilitas agregat tanah melalui penambahan bahan organik ke dalam tanah yaitu dengan memberikan pupuk hijau. Penggunaan pupuk hijau dinilai lebih efektif dan efisien karena bahannya mudah diperoleh dan dapat dihasilkan di sekitar lahan pertanian sehingga tidak membutuhkan biaya transportasi misalnya tumbuhan titonia (*Tithonia diversifolia*) dan gamal (*Gliricidia sepium*) yang dapat dimanfaatkan sebagai pagar hidup.

Berdasarkan uraian di atas, penulis telah melaksanakan penelitian berjudul “sifat fisika ultisol limau manis, tiga tahun setelah pemberian beberapa jenis pupuk hijau”. Penelitian ini bertujuan untuk melihat efek sisa pemberian pupuk hijau titonia dan gamal pada tiga kelas lereng berbeda setelah tiga tahun terhadap stabilitas agregat, kandungan bahan organik tanah, berat volume, total ruang pori, permeabilitas tanah dan indeks plastis tanah pada Ultisol. Penelitian ini telah dilaksanakan selama 4 bulan yang dimulai pada bulan Maret - Juni 2011. Pengambilan sampel dilakukan di kebun Fakultas Peternakan serta analisis sampel tanah telah dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 9 perlakuan dan 3 kelompok. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan menggunakan *software* Statistik 8 dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5 %.

Penelitian ini dilakukan pada tempat yang mempunyai tingkat kemiringan lahan berbeda yaitu; 3 %, 12 %, dan 25 %. Lokasi ini terletak pada posisi 00°54'28,2" LS dan 100°27'46,5" BT dengan ketinggian ±276 m dpl. Analisis sifat fisika tanah terdiri dari penetapan tekstur dengan metoda Pipet dan Ayakan,

analisis bahan organik metoda Walkey and Black, stabilitas agregat metoda Ayakan Basah dan Ayakan Kering, berat volume (BV), total ruang pori (TRP) dan kadar air (KA) metoda Gravimetrik, penetapan konsistensi tanah (tetapan atterberg) dan permeabilitas metoda Tinggi Muka Air yang Konstan (*Constant Head Method*) berdasarkan Hukum Darcy.

Hasil analisis kandungan bahan organik tanah setelah tahun ketiga diperoleh tanah bertekstur liat, berat volume (BV) dan total ruang pori (TRP) berada pada kriteria sedang, kandungan bahan organik 5,74 – 8,44 % dengan kriteria sedang, indeks stabilitas agregat 59,48 - 76,46 % pada kriteria agak stabil sampai stabil, laju permeabilitas tanah berada pada kriteria agak cepat (7,03 – 10,02 cm/jam) dan indeks plastis tanah berada pada kriteria sangat tinggi (30.06 - 35,41 %).

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, I. 2010. *Efek Sisa Pemberian Dua Jenis Pupuk Hijau Pada Posisi Lereng yang Berbeda Terhadap Sifat Fisika Ultisol dan Produksi Tanaman Jagung (Zea Mays. L).* [Skripsi]. Padang. Fakultas Peranian Universitas Andalas. 52 halaman
- Ahmad, F. 1980. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Proyek Peningkatan dan Pengembangan Perguruan Tinggi. Universitas Andalas. Padang. 91 hal.
- Aisyah. 1986. Perbandingan Sifat-Sifat Fisika Tanah Andosol Di Sumatra Barat [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Anonim. 2006. Hijauan Pakan Ternak: Gamal (*Gliricidia sepium*).
Manglayang.blogsome.com [17 september 2008].
- Arsyad, S. 1989. *Pengawetan Tanah dan Air*. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah Pertanian. IPB. Bogor. 290 hal.
- Balai Informasi Pertanian Irian Jaya. 1992. Gamal Sebagai Pakan Ternak.
<http://www.pustaka-deptan.go.id>. [19 september 2008].
- Baver, L. D. 1972. Soil physics. Fourth Edition. John Wiley and Sons. Inc. New York. 498 pp.
- Burhanuddin.1979. *Pengaruh Beberapa Sifat Fisika Tanah Terhadap Pengelolaan Tanah, Air dan Masalahnya di Sumatra Barat*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 47 hal.
- Daulay, A.F. 2007. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik Terhadap Stabilitas Tropudults Limau Manis [skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 50 hal.
- Fiantis, D. 2007. *Morfologi dan Klasifikasi Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 193 hal.
- Hadinugroho, H.Y.S. 2003. Meringankan Beban Bagi Tanah dengan Pagar Tanaman Gamal.
[17 september 2008].
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A.M. Lubis, M. A. Pulung, M.R. Saul, M.A. Diha, G.B. Hong, H.H. Bailey. 1986. Penuntun Praktikum Ilmu tanah. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 hal.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu tanah. PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta. 219 halaman.

- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 286 hal.
- Haridjaja, O. 1980. *Pengantar Fisika Tanah*. Institut Pendidikan Latihan dan Penyuluhan Pertanian. IPB. Bogor. 78 hal.
- Hartatik, W. 2007. *Tithonia diversifolia* Sumber Pupuk Hijau. Balai Penelitian Tanah. <http://www.soil-fertility@indo.net.id>. [17 september 2008].
- Herudjito, D. 1999 *Pengaruh bahan humat dari air gambut terhadap sifst-sifst tanah latosol (Oxic Dystropepts)*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Kramer, P. J. 1983. *Water Relationship of Plants*. Academic Press, New York.
- Luki, U. 1989. *Fisika Tanah Terapan*. Diktat Sari Kuliah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 161 hal.
- Luki, U. 1999. *Fisika Tanah Dasar I (Matrik Tanah II)*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 143 hal.
- Luki, U. 2007. *Dasar-Dasar Fisika Tanah Pertanian Terapan I (Matrik Tanah) Teori dan Contoh-contoh Soal*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 134 hal.
- Purnamasari, V. 2009. Peranan Bahan Organik dalam Meningkatkan Stabilitas Agregat Ultisols [skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 55 hal.
- Partoyo, Joetono, dan Sri Hastuti. 1999. *Pengaruh Polisakarida fraksi berat tanah dan asam humat pada pembentukan dan pemantapan agregat regosol*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Saidi, A. 2006. *Fisika Tanah dan Lingkungan*. Andalas University Press. Padang. 370 hal.
- Sarief, S. 1980. *Fisika Tanah Dasar*. Fakultas Pertanian. UNPAD. Bandung. 120 halaman.
- Sarief, S. 1985. *Konservasi Tanah Dan Air*. Pustaka Buana. Bandung.
- Sarief, S. 1989. *Fisika-Kimia Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Scholes, M.C., Swift, O.W., Heal, P.A. Sanchez, JSI., Ingram and R. Dudal, 1994. Soil Fertility research in response to demand for sustainability. In *The biological managemant of tropical soil fertility* (Eds Woormer, Pl. and Swift, MJ.) John Wiley & Sons. New York.
- Seta, A.K. 1987. *Konservasi Sumberdaya Tanah*. Kalam Mulia. Jakarta.

- Sitorus, S.R.P, Haridjaja, O. Kamir, R.B. 1981. *Penuntun Praktikum Fisika Tanah*. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Soepardi, G. 1974. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor. 124 hal.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan ciri tanah. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 591 hal.
- Stevenson, F.T. 1982. *Humus Chemistry*. John Wiley and Sons, Newyork.
- Suyoko. 2009. *Pengaruh Pemberian Dua Jenis Pupuk Hijau pada Tiga Kelas Lereng Terhadap Agregat Ultisol dan berat Kering Tanaman Jagung (Zea mays. L)*. [Skripsi]. Padang. Fakultas Peranian Universitas Andalas. 52 halaman
- Sukmana, S. 1975. *Fisika Tanah*. Bahan Penataran PPS Bidang Ilmu Tanah dan Pemupukan I. Departemen Pertanian Badan Pengendali Bimas dan Lembaga Penelitian Tanah. Bogor. 22 hal.
- Tejasuwarno, 1999. *Pengaruh pupuk kandang terhadap hasil wortel dan sifat fisik tanah*. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Wahyudi, H. 2007. Pengaruh Titonia Sebagai Pagar Lorong dan Sumber Bahan Organik Terhadap Besarnya Erosi Pada Ultisol yang Ditanami Jagung dan Ubi Jalar [skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 71 hal
- Wiskandar. 2002. *Pemanfaatan pupuk kandang untuk memperbaiki sifat fisik tanah di lahan kritis yang telah dteras*. Konggres Nasional VII.
- Yulnafatmawita. 2004. *Buku Pegangan Mahasiswa Untuk Praktikum Fisika Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 76 hal.
- Yulnafatmawita, Adrinal dan Daulay, A.F. 2008. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik Terhadap Stabilitas Agregat Tanah Ultisol Limau Manis. *Solum J* Vol.V (1):7 – 13.
- Yulnafatmawita, Gusnidar dan Amrizal Saidi. 2008. Upaya Perbaikan Stabilitas Agregat Tanah Melalui Peningkatan Karbon Organik Pada Lahan Marginal Di Daerah Tropis Super Basah Sumatra Barat. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun I, DP3M Dikti dengan nomor kontrak :005/SP2H/PP/DP2M/III/2008, tanggal 6 Maret 2008.
- Zamora, R. 2004. Budidaya Titonia (*Tithonia diversifolia*) sebagai Pupuk Hijau Sumber Bahan Organik Serta Unsur Hara N dan K pada Ultisol [skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas andalas. 60 hal

Lampiran 1. Jadwal Kegiatan Penelitian (2011)

Kegiatan	Bulan				
	Februari	Maret	April	Mei	Juni
Persiapan					
Analisis Tanah					
Pengolahan Data					
Penulisan Skripsi					

Lampiran 2. Alat dan Bahan yang Digunakan Selama Penelitian

A. Alat yang akan digunakan di lapangan

No.	Jenis Alat	Jumlah
1	Buku catatan	1 buah
2	Cangkul	1 buah
3	Kantong plastik + karet	1 kg
4	Kertas label	1 set
5	Pisau komando	1 buah
6	Ring sample	72 buah
7	Spidol	1 buah

B. Alat yang digunakan di laboratorium dalam penelitian

No.	Jenis Alat	Jumlah
1	Lumpang	1 set
2	Ayakan 53 um	1 buah
3	Ayakan 2,00 mm	1 buah
4	Ayakan 0,5 mm	1 buah
5	Pena	2 buah
6	Botol Semprot	2 buah
7	Cawan Alumunium	18 bua
8	Constant head permeameter	1 set
9	Erlenmeyer 250 ml	18 buah
10	Gelas piala 1000 ml	18 buah

No.	Jenis Alat	Jumlah
11	Gelas ukur 1000 ml	18 buah
12	Gelas ukur 100 ml	18 buah
13	Hot plate	1 unit
14	Kertas saring	1 kotak
15	Kuas	1 buah
16	Mesin pengocok	1 unit
17	Oven dan eksikator	1 unit
18	Pipet Gondok	1 buah
19	Pipet tetes	2 buah
20	Spektrofotometer	1 unit
21	Tabung film	18 buah
22	Timbangan analitik	1 unit

C. Bahan kimia yang digunakan di laboratorium dalam penelitian

No.	Jenis Bahan	Jumlah
1	Aquadest	50 Liter
2	Asam Asetat 99%	20 ml
3	BaCl ₂	7,5 gr
4	H ₂ O ₂ 30%	180 ml
5	HCl Pekat	28 ml
6	H ₂ SO ₄ Pekat	350 ml
7	Kalium dikromat (K ₂ Cr ₂ O ₇)	12,25 gr
8	Na-hexametapospat 10%	250 ml
9	Sukrosa Baku	29,68 gr

Lampiran 3. Prosedur Pengambilan Sampel Tanah

1. Pengambilan sampel tanah utuh

a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah ring sampel, cangkul atau sekop, pisau tajam dan tipis (cutter), plastik, kertas label, triplek (10 cm x 10 cm) dan tempat penyimpanan sampel.

b. Cara Kerja

Ditentukan lokasi yang akan dijadikan tempat pengambilan sampel. Tanah gali di sekitar titik hingga kedalaman tertentu. Dibuang lapisan tanah atas ± 4 cm. Dibenamkan ring sampel I secara vertikal dan hati-hati sampai terbenam, dan kemudian tempatkan ring II diatasnya, sampai keduanya hilang dari permukaan tanah. Sampel tanah diambil kurang lebih pada kedalaman 8 cm sampai 12 cm untuk sampel tanah 0-20 cm. Lalu congkel kedua ring, sehingga bongkahan tanah terbawa dengan baik dan usahakan memisahkan ring I dengan ring II secara hati-hati. Kemudian rapikan permukaan tanah pada kedua ujung ring II dengan menggunakan pisau (cutter). Tanah yang dibawa adalah tanah yang hanya dalam ukuran ring sampel, lalu pasang tutup ring. Bila tidak ada tutupnya, ring sampel dan tanah dimasukkan kedalam kotak dan tutup rapi, atau dilapisi plastik pada kedua permukaan ring agar kandungan airnya tidak menguap, lalu ditempelkan triplek agar tanah tidak rusak dan ikat dengan karet. Ring sampel disusun dalam kotak. Beri label masing-masing sampel. Kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk analisis selanjutnya.

2. Pengambilan sampel tanah terganggu

Sampel tanah terganggu diambil pada lokasi yang sama dengan pengambilan sampel tanah utuh. Permukaan tanah dibersihkan, lalu di cangkul. Ambil tanah sebanyak 2 kg, masukkan ke dalam plastik yang telah diberi label dan simpan dalam tempat penyimpanan sampel.

3. Pengambilan sampel tanah beragregat utuh

Pada lokasi yang sama dengan contoh tanah utuh, permukaan tanah dibersihkan lalu dicangkul dengan kedalaman 10 cm, bagian tanah yang masih berbogkah diambil (tetapi bukan karena pemadatan saat mengambil sampel). Selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik dan simpan dalam kotak kayu atau kaleng. Kemudian sampel tersebut diberi label.

Lampiran 4. Prosedur Analisis Tanah (LPT, 1979)

1. Penetapan Bahan Organik dengan Menggunakan Metoda Walkley and Black (LPT, 1979)

a. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan terdiri dari larutan kalium dikromat 1 N, larutan barium klorida 0,5 %, asam sulfat pekat, sakarosa baku, serta tanah 0,5 gr lolos ayakan 5 mm. Alat yang digunakan terdiri dari neraca analitik, pipet takar, pipet gondok, gelas ukur 100 ml dan 25 ml, tabung reaksi, Erlenmeyer dan spektrometer.

b. Cara Kerja

Sakarosa baku sebanyak 29,68 g dilarutkan dengan air suling dalam labu ukur 250 ml. Kemudian dipipet berturut-turut 5, 10, 15, 20 dan 25 ml, selanjutnya dimasukkan kedalam 5 buah labu ukur 100 ml dan diencerkan hingga 100 dengan air suling. Pipet masing-masing larutan yang telah diencerkan tersebut sebanyak 2 ml dan masukan ke dalam 5 buah Erlenmeyer. Erlenmeyer itu berturut-turut mengandung 5, 10, 15, 20 dan 25 mg C. Selanjutnya timbang 0,25 g contoh tanah dan masukkan kedalam Erlenmeyer, lalu tambahkan 10 ml kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 1 N dan 20 ml asam sulfat pekat (H_2SO_4), digoyang hingga tercampur dan diamkan selama 30 menit. Setelah 30 menit tambahkan 100 ml Barium klorida ($BaCl_2$) 5% sehingga asam sulfat mengendap menjadi Barium sulfat ($BaSO_4$), diamkan selama satu malam hingga jernih. Hal ini juga dilakukan terhadap larutan sukrosa baku, dan diamkan selama satu malam. Setelah itu pindahkan larutan kedalam tabung reaksi dan masukkan kedalam kuvet dan lakukan pengukuran dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 660 μm , kemudian catat transmitan dan

konversikan kembali ke absorban. Lalu buat kurva baku berdasarkan kepekatan C sakarosa baku dari 0 – 25 mg. Tentukan kadar C-organik melalui kurva.

Perhitungan :

$$\%C = \frac{\text{mg C kurva}}{\text{mg contoh tanah}} \times 100 \% \times kka$$

Persentase bahan organik = 1,72 x %C-organik

2. Penentuan BV dan TRP dengan Metoda Gravimetrik

Cara kerja :

BV (Berat Volume)

Diambil sampel tanah utuh dengan menggunakan ring. Langkah pengambilan sampel tanah utuh meliputi : 1) Bersihkan dan ratakan tanah yang akan diambil sampelnya, kemudian letakkan ringa tegak lurus. 2) Tekan ring dengan sepatu, hingga terbenam $\frac{3}{4}$, sambungkan ring lain tepat diatas ring pertama, tekan lagi hingga ring kedua terbenam sekitar 1 cm. 3) Ring beserta isinya digali dengan sekop, pisahkan ring pertama dengan kedua secara hati-hati. 4) Bersihkan tanah-tanah yang melekat pada dinding luar ring dengan pisau komando. Potong kelebihan tanah dibagian atas dan bagian bawah ring dengan pisau yang tajam. 5) Tutup bagian atas dan bawah ring dengan plastik dan triplek, ikat dengan karet dan bari label. Kemudian tentukan berapa volume ring tersebut. Berat tanah basah ditimbang, selanjutnya diovenkan pada suhu 105°C selama 48 jam. Masukkan kedalam eksikator selama 15 menit dan kemudian timbang berat kering.

Rumus :

$$\text{Berat Volume (BV)} = \frac{\text{Berat tanah kering mutlak (gr)}}{\text{Volume tanah (cm}^3\text{)}}$$

TRP (Total Ruang Pori)

Tentukan berat volume ring sampel dan timbang berat tanah basah. Keringkan tanah dalam ring sampel selama 48 jam dengan suhu 105°C dalam oven sampai beratnya konstan. Selanjutnya masukkan kedalam eksikator selama 15 menit, dan kemudian ditimbang maka didapatkan berat kering.

Perhitungannya adalah :

Untuk Bahan Organik < 1%

$$\% \text{ Total Ruang Pori Tanah (TRP)} = \left[1 - \frac{BV}{2,65} \right] \times 100\%$$

Untuk Bahan organik > 1 %

$$\% \text{ Total Ruang Pori Tanah (TRP)} = \left[1 - \frac{BV}{2,65-(0.02 \times \%BO)} \right] \times 100\%$$

3. Permeabilitas Tanah Jenuh dengan Metoda Tinggi Air Permukaan yang Konstant (Hukum Darcy)

Cara kerja :

Letakkan contoh tanah utuh dalam tabung permeabilitas. Kemudian diikat dengan karet dan oleskan vasellin disekeliling ring untuk mencegah kebocoran. Selanjutnya alirkan air pada tabung permeabilitas dan menjaga agar tinggi air tetap konstan. Dibiarkan air tersebut semalam sehingga tanah tersebut menjadi jenuh. Kemudian air yang keluar ditampung selama 1 jam. Kemudian hitung jumlah air yang tertampung dengan menggunakan gelas ukur. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 1 jam. Dengan demikian permeabilitas dapat diukur dengan rumus yang ditemukan oleh Darcy yaitu :

$$K_{sat} = \frac{Q L}{A t H} \quad (\text{cm/s})$$

Dimana : Q = Volume air yang mengalir melalui tanah (cm³) setiap pengukuran

A = Luas permukaan sampel tanah (cm²)

t = Waktu (jam)

L = Tebal contoh tanah (cm)

H = Tinggi permukaan air dari permukaan sampel tanah (cm)

4. Stabilitas Agregat Tanah Metoda Ayakan Kering dan Ayakan Basah (LPT, 1979)

a. Ayakan kering

Contoh tanah diambil 200 g kering angin ditaruh diatas ayakan 6,3 mm. Dibawah ayakan ini berturut-turut terdapat ayakan 5,6 mm; 2,8 mm; 2,0 mm dan 0 mm. Tumbuk tanah dengan anak lumpang sampai semua tanah turun melalui ayakan 6,3 mm. Goyang ayakan ini dengan tangan selama 5 menit. Masing-masing fraksi agregat ditimbang kemudian nyatakan dalam persen.

Persentase = 100% - agregat lebih kecil dari 2 mm.

b. Ayakan basah

Agregat-agregat yang diperoleh dari pengayakan kering kecuali agregat yang lebih kecil dari 2 mm ditimbang dan masing-masing dimasukkan ke cawan nikel (diameter 7,5 mm; tinggi 2,5 mm) banyaknya disesuaikan dengan perbandingan ketiga agregat tersebut dan totalnya harus 100 gram. Teteskan air sampai kapasitas lapang dari buret setinggi 30 cm dari cawan sampai ujung penetes buret. Simpan dalam inkubator pada temperatur 23°C dengan kelembaban relatif 98 - 100 % selama satu malam. Selanjutnya pindahkan setiap agregat dari cawan ke ayakan sebagai berikut:

- Agregat antara 6,3 dan 5,3 mm diatas ayakan 5,3 mm
- Agregat antara 5,3 dan 2,8 mm diatas ayakan 2,8 mm
- Agregat antara 2,8 dan 2,0 mm diatas ayakan 2 mm

Ayakan-ayakan yang digunakan dalam pengayakan basah selain yang tersebut diatas masih terdapat dibawahnya berturut-turut ayakan 1,0 mm; 0,6 mm; 0,25 mm. Pasang susunan ayakan ini pada pengayakan basah, dimana bejana yang telah di isi air terlebih dahulu sampai setinggi 25 cm dari dasar bejana. Air yang digunakan harus mengandung ion Ca^{2+} sekurang-kurangnya $2 \times 10^{-3} \text{ M}$, untuk mencegah dispersi yang terlalu cepat dari pada partikel-partikel koloid. Pengayakan dilakukan selama 5 menit dengan amplitudo 3,75 cm. Setelah selesai pengayakan pindahkan agregat-agregat dari tiap ayakan ke cawan nikel yang beratnya telah

diketahui. Pemindahan ini dibantu dengan corong yang terbuat dari seng dimana mulut atasnya lebih besar dari mulut ayakan.

Untuk memudahkan agregat lepas dari ayakan dibantu dengan semprotan kecil yang dilakukan pada saluran berdiameter kecil supaya aliran deras. Buang kelebihan air dari cawan lalu keringkan diatas pemanas terbuka pada suhu 130⁰ C. setelah dikeringkan lalu diangkat dan dibiarkan kering angin kemudian ditimbang.

Selisih antara rata-rata berat diameter agregat tanah pada pengayakan kering dan basah merupakan indeks stabilitas yang berarti makin besar selisihnya makin tidak stabil tanah tersebut. Untuk mendapatkan indeks stabilitas agregat tersebut digunakan rumus :

1 / indeks instabilitas x 100 %

Rumus rata-rata berat diameter agregat tanah pada pengayakan kering adalah sebagai berikut;

$$(A \times 6,05) + (B \times 4,2) + (C \times 2,4) / 100$$

A, B, dan C adalah hasil berat agregat tanah pada pengayakan kering. Rumus untuk pengayakan basah sebagai berikut:

$$(a \times 6,05) + (b \times 4,2) + (c \times 2,4) + (d \times 1,5) + (e \times 0,8) + (f \times 0,425) + (g \times 0,125) / 100$$

a, b, c, d, e, f, dan g adalah hasil agregat tanah pada pengayakan basah. Selisih antara rata-rata berat agregat tanah pada pengayakan kering dan basah merupakan indeks instabilitas. Untuk mendapatkan indeks stabilitas digunakan rumus berikut;

$$\text{Indeks Stabilitas Agregat} = \frac{1}{\text{Indeks Instabilitas}} \times 100$$

5. Penetapan Konsistensi Tanah (Tetapan Atterberg)

Cara kerja :

Batas cair

Sebanyak 20 g contoh tanah lolos ayakan 2 mm, dibuat adonan seperti lumpur dengan menambahkan air suling secara perlahan dalam mangkok alat Cassagrande. Kemudian permukaan adonan diratakan dan tebal adonan dalam mangkok sekitar 1,25 cm. Dengan membuat celah menggunakan spatula pada adonan, akan diketahui apakah tanah berada pada batas cair atau belum. Lakukan pembuatan celah berulang

kali dan lakukan pemutaran pada alat. Bila jumlah putaran untuk menutup celah tersebut telah sama (sekitar 10-40 kali putaran), berarti tanah telah berada di sekitar batas cair. Umumnya putaran yang digunakan untuk penetapan batas cair ini 25 kali putaran dengan kecepatan putaran 2 putaran/detik.

Untuk setiap kali penetapan (mulai putaran 10-40) ditentukan kandungan airnya dan kemudian dibuat suatu kurva hubungan kandungan air dengan kali putaran tersebut. Kurva ini menggambarkan titik-titik penutupan lobang adonan pada berbagai ketokan pada berbagai kandungan air.

Batas lekat

Tanah yang sudah ditentukan batas cairnya, sisanya dapat digunakan untuk penetapan batas lekat. Tanah tersebut diletakkan di atas tissue yang menghisap air, kemudian tanah digulung sehingga tanah memanjang dan menipis dan kemudian dibulatkan kembali, lalu diambil spatula yang bersih, tusukkan pada tanah tersebut. Amati tanah tersebut, dikatakan batas lekat tercapai bila tanah tidak tinggal pada spatula, bila masih melekat maka dilakukan lagi penggulungan atau pengurangan airnya di atas tissue sampai tidak melekat lagi. Tanah dalam keadaan batas lekat ini diambil untuk penetapan kadar air pada batas lekat.

Batas plastis

Tanah bagian sisa batas lekat tadi dilanjutkan menggulung di atas tissue dan digiling di atas lempengan kaca dengan tangan sehingga tanah retak-retak atau patah sepanjang 2 cm dengan diameter 3 mm, dimana tanah retak-retak menunjukkan tanda-tanda remah. Di saat tanah patah waktu menggiling disebut batas plastis. kemudian diambil tanah patah itu untuk penetapan kadar air pada batas plastis. Untuk mendapatkan nilai rata-rata, maka diulang sampai 3 kali.

Lampiran 5. Kriteria Sifat Fisika Tanah

1. Bahan Organik

No.	Kelas	%
1.	Sangat Rendah	<2
2.	Rendah	2 – 3,9
3.	Sedang	4 – 9,9
4.	Tinggi	10 – 20
5.	Sangat Tinggi	>20

Sumber : Lembaga Penelitian Tanah, Bogor (1979)

2. Berat Volume Tanah (BV)

No.	Kelas	g/cm ³
1.	Tinggi	>1,14
2.	Sedang	0,66 – 1,14
3.	Rendah	<0,66

Sumber : Lembaga Penelitian Tanah, Bogor (1979)

3. Total Ruang Pori (TRP)

No.	Kelas	%
1.	Tinggi	>75
2.	Sedang	57 – 75
3.	Rendah	<57

Sumber : Team 4 Architects and Consulting Engineers bekerja sama dengan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang (1983)

4. Permeabilitas

No.	Kelas	cm/Jam
1.	Sangat Lambat	<0,125
2.	Lambat	0,125 – 0,50
3.	Agak Lambat	0,50 – 2,0
4.	Sedang	2,0 – 6,25
5.	Agak Cepat	6,25 – 12,5
6.	Cepat	12,5 – 25
7.	Sangat Cepat	>25

Sumber : Team 4 Architects and Consulting Engineers bekerja sama dengan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang (1983)

5. Kriteria Stabilitas Agregat Tanah

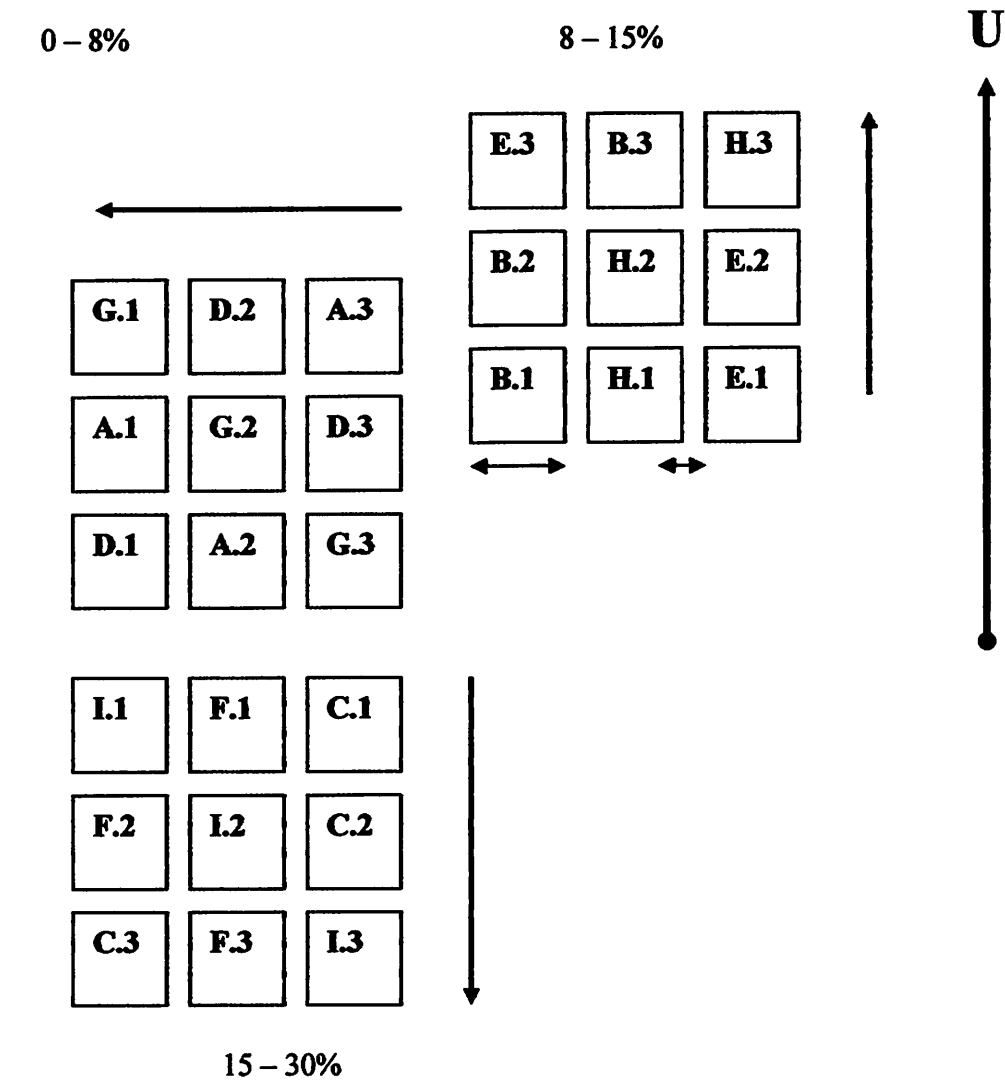
Indeks Stabilitas Agregat	Kriteria
< 40	Tidak stabil
40 – 50	Kurang stabil
50 – 66	Agak stabil
66 – 80	Stabil
80 – 200	Sangat stabil
> 200	Sangat stabil sekali

Sumber : Team 4 Architects and Consulting Engineers (1983 cit Luki, 2007)

6. Indeks Plastis Tanah

No.	kriteria	nilai
1.	Sangat rendah	0 – 5
2.	Rendah	6 – 10
3.	Sedang	11 – 17
4.	Tinggi	18 – 30
5.	Sangat tinggi	31 – 43
6.	Ekstrem tinggi	> 43

Lampiran 7. Denah Penempatan Satuan Percobaan di Lapangan



Keterangan;

A, B, C, D, E, F, G, H, dan I = perlakuan

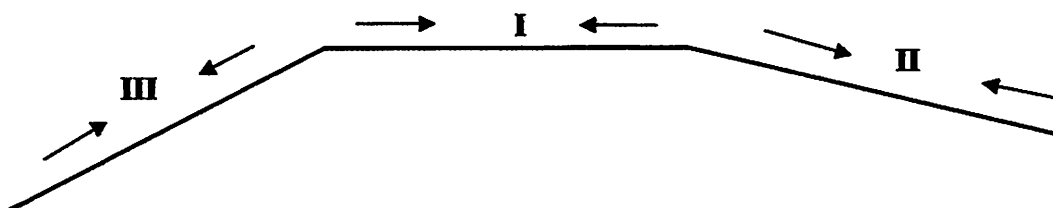
U = arah utara

1,2,3 = ulangan

→ = arah lereng

↔ = lebar plot 2 meter

↔ = jarak antar plot 0,5 meter

Posisi lereng di lapangan**Keterangan :**

→	I	←	= lereng 0 – 8%
→	II	←	= lereng 8 – 15%
→	III	←	= lereng 15 – 30%

Lampiran 8. Hasil analisis tanah setelah tanam pertama dan kedua

Lereng	Pupuk Hijau	Tahun Pertama				Tahun Kedua			
		BV (g/cm ³)	TRP (%)	Bahan Organik (%)	Indek Stabilitas Agregat	Permeabilitas (cm/jam)	BV (g/cm ³)	Bahan Organik (%)	Indek Stabilitas Agregat
0 - 8%	Kontrol	1,00	62,26	5,20	49,74	8,91	0,98	6,18	62,87
	Titonia	0,96	63,77	6,11	50,26	10,69	0,91	8,55	79,42
	Gamal	0,97	63,40	5,32	49,76	7,10	0,93	7,83	77,92
8 - 15%	Kontrol	0,99	62,64	5,95	60,07	8,15	0,96	6,38	64,19
	Titonia	0,95	64,15	6,70	63,91	12,54	0,90	8,68	79,76
	Gamal	0,96	63,77	6,18	60,62	10,97	0,93	8,04	78,48
15 - 30%	Kontrol	0,98	63,02	4,30	47,30	7,42	0,95	6,09	64,88
	Titonia	0,94	64,53	6,03	49,41	10,34	0,93	8,22	79,12
	Gamal	0,96	63,77	6,51	47,58	11,65	0,90	8,60	78,99

laporan penelitian hibah bersaing tahun I dan II (Yulhafatmawita, et al, 2008 dan 2009)

Lampiran 9. Analisis Statistik

1. Sidik Ragam Berat Volume (BV)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Total	F Hitung	F tabel 5%
Kelompok	2	0.00076	0.00038	3.68*	3,39
Perlakuan	8	0.01419	0.00177		
Sisa	16	0.0077	0.00048		
Total	26	0.02265			

Koefisien Koreksi (KK) : 2,32%

2. Sidik Ragam Bahan Organik

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Total	F Hitung	F tabel 5%
Kelompok	2	0.0331	0.01653	32.70*	3,39
Perlakuan	8	31.2085	3.90106		
Sisa	16	1.9087	0.1193		
Total	26	33.1503			

Koefisien Koreksi (KK) : 4,68%

3. Sidik Ragam Permeabilitas Tanah

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Total	F Hitung	F tabel 5%
Kelompok	2	0.4053	0.20263	6.89*	3,39
Perlakuan	8	24.4882	3.06103		
Sisa	16	7.1042	0.44401		
Total	26	31.9977			

Koefisien Koreksi (KK) : 7.55%

4. Sidik Ragam Stabilitas Agregat Tanah

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Total	F Hitung	F tabel 5%
Kelompok	2	97.68	48.838	1.37 ^{tn}	3,39
Perlakuan	8	1267.39	158.423		
Sisa	16	1853.08	115.818		
Total	26	3218.15			

Koefisien Koreksi (KK) : 15.43%

5. Sidik Ragam Total Ruang Pori

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Total	F Hitung	F tabel 5%
Kelompok	2	1.1016	0.5508	2.11 ^m	3,39
Perlakuan	8	12.249	1.53113		
Sisa	16	11.6049	0.72531		
Total	26	24.9555			

Koefisien Koreksi (KK) : 1.37%

6. Sidik Ragam Indeks Plastis

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Total	F Hitung	F tabel 5%
Kelompok	2	0.03272	0.01636	0.21 ^m	3,39
Perlakuan	8	0.02892	0.00361		
Sisa	16	0.27608	0.01726		
Total	26	0.33772			

Koefisien Koreksi (KK) : 40.12%

*Berbeda nyata

^mtidak berbeda nyata

7. Tekstur tanah pada tahun ketiga

Iereng	Persentase Fraksi			Kelas
	% P	% D	% L	
0 - 8 %	11.28	16.89	71.83	liat
8 - 15 %	11.07	14.06	74.86	liat
15 - 30 %	16.66	14.91	68.43	liat

9. Hasil analisis penetapan beberapa sifat fisika tanah tiga tahun setelah pemberian pupuk hijau pada tanah Ultisol

Lereng	Pupuk Hijau	Perlakuan	Berat Volume	Bahan Organik	Permeabilitas	Indeks Stabilitas Agregat	Total Ruang Pori	Indeks Plastis
(%)			(g/cm ³)	(%)	(cm/jam)		(%)	
0 - 8 %	Kontrol	A	0.98a	5.81c	8.58abc	59.48a	61.19a	31.39a
8 - 15 %	Kontrol	B	0.97a	6.22bc	7.42bc	61.26a	61.65a	33.81a
15 - 30 %	Kontrol	C	0.96a	5.74c	7.03c	59.88a	62.05a	30.91a
0 - 8 %	Titonia	D	0.93a	8.37a	9.17abc	74.41a	62.34a	35.41a
8 - 15 %	Titonia	E	0.92a	8.44a	10.02a	74.80a	63.11a	30.58a
15 - 30 %	Titonia	F	0.94a	8.15a	9.11abc	76.46a	62.19a	34.46a
1 - 8 %	Gamal	G	0.94a	7.49ab	8.85abc	72.63a	62.45a	32.34a
8 - 15 %	Gamal	H	0.95a	7.82a	9.78ab	73.51a	61.85a	33.78a
15 - 30 %	Gamal	I	0.91a	8.39a	9.45abc	75.49a	63.51a	30.06a

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf nyata 5%.